



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 069 582** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) МПК⁶ **B 01 J 8/04, G 21 C 9/06, B 01 D 53/22**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 92016320/26, 09.05.1991
(30) Приоритет: 11.05.1990 DE P 4015228.6
(46) Дата публикации: 27.11.1996
(56) Ссылки: Патент ЕПВ N 303144, кл. В 01J 12/00, 1989. Патент ФРГ N 3004677, кл. G 21G 9/28, 1981 Патент ФРГ N 3816711, кл. G 21C 9/00, 1990. Зажигатели водорода. Проспект фирмы Сименс. Номер заказа А 19100-V822-A107, май 1988. Патент ФРГ N 3143989, кл. G 21C 9/00, 1983. Патент ФРГ N 2239952, кл. G 21G 21/20, 1990. Патент ЕПВ N 233564, кл. В 01D 53/22, 1987.
(86) Заявка РСТ:
DE 91/00379 (09.05.91)

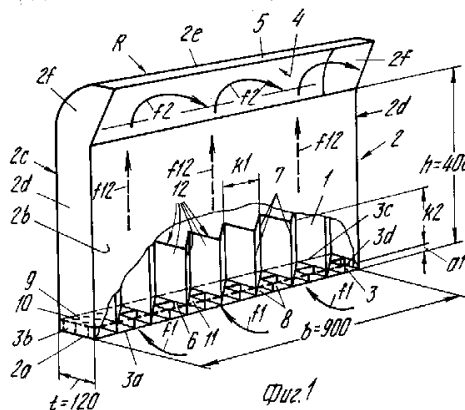
(71) Заявитель:
Сименс АГ (DE)
(72) Изобретатель: Райнхард Хек[DE],
Карл-Хайнц Швенк[DE]
(73) Патентообладатель:
Сименс АГ (DE)

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ РЕКОМБИНАЦИИ ВОДОРОДА И КИСЛОРОДА

(57) Реферат:

Плоский рекомбинатор водорода и кислорода содержит плоские каталитические тела 1, через которые направляется газопаровая смесь, содержащая подлежащий удалению водород, окружающий и удерживающий плоские тела 1 корпус 2. В соответствии с изобретением корпус 2 снабжен по меньшей мере одним постоянно открытым отверстием для впуска газа 3, и по меньшей мере одним постоянно открытым отверстием для выпуска газа 4, причем эти отверстия сообщаются друг с другом через внутренний для корпуса путь протекания газа. Каталитические плоские тела 1 расположены внутри корпуса 2, а именно включенными за отверстием для впуска газа 3 в путь протекания газа. Предпочтительно корпус 2 имеет примерно размеры радиатора для нагрева помещений, причем отверстие для впуска газа 3 расположено в нижней области направленным предпочтительно вниз, а отверстие для выпуска газа 4 - в верхней

области фронтальной стенки 2 в корпуса 2. С помощью устройства может быть предпочтительным образом создана двойная система вместе с каталитическим зажимателем H₂ и из искрового зажимателя H₂, которая пригодна для ядерных электростанций. 27 з.п. ф-лы, 12 ил.



RU 2 069 582 C1

RU 2 069 582 C1



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 069 582** ⁽¹³⁾ **C1**

(51) Int. Cl.⁶ **B 01 J 8/04, G 21 C 9/06, B 01 D 53/22**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 92016320/26, 09.05.1991

(30) Priority: 11.05.1990 DE P 4015228.6

(46) Date of publication: 27.11.1996

(86) PCT application:
DE 91/00379 (09.05.91)

(71) Applicant:
Simens AG (DE)

(72) Inventor: Rajnkhard Khhek[DE],
Karl-Khajnts Shvenk[DE]

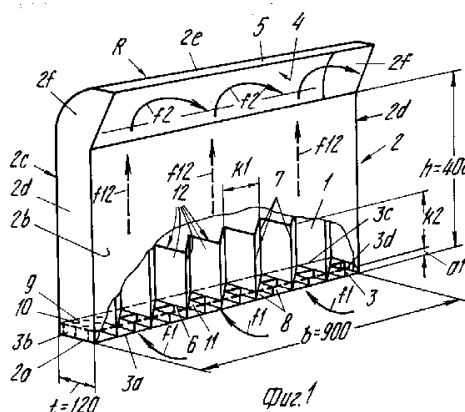
(73) Proprietor:
Simens AG (DE)

(54) **ARRANGEMENT FOR RECOMBINATION OF HYDROGEN AND OXYGEN**

(57) Abstract:

FIELD: equipment for nuclear power plants. SUBSTANCE: flat recombiner of hydrogen and oxygen has catalytic members 1 through which gas-steam mixture is transported, which contains hydrogen to be removed, and housing 2 surrounding and supporting flat members 1. According to invention, housing 2 is provided with at least one always opened gas inlet orifice 3 and at least one for removal of gas 4, the two orifices being interconnected through a gas duct situated inside the housing 2. Catalytic flat members are also situated inside the housing 2 and join the gas duct downstream from orifice 3. Dimensions of housing 2 are preferably close to those of a room heat radiator, gas inlet orifice 3 being positioned in its lower section oriented preferably downwards and that of gas outlet 4 in upper region of front wall

2a of housing 2. Arrangement enables creation of a double system including catalytic and spark lighters of hydrogen. EFFECT: facilitated hydrogen ignition. 28 cl, 12 dwg



RU 2 069 582 C1

RU 2 069 582 C1

Изобретение относится к устройству для рекомбинации водорода и кислорода с помощью катализаторных тел, поверхность которых снабжена каталитическим покрытием и через которые направляется содержащая подлежащий удалению водород газопаровая смесь, с окружающим и удерживающим катализаторные тела корпусом.

Подобное устройство известно из EP-A1 Q 303 144. При этом катализаторное тело расположено в вертикальной проходящей трубе с зазором относительно внутренней стенки трубы. Торцевые стороны трубы снабжены открываемыми в зависимости от давления и/или в зависимости от температуры затворами. В качестве катализаторного материала, в частности применяют палладий или платину, причем рекомбинация происходит уже в области не способных к воспламенению концентраций водорода. Хотя подобный процесс зажигания и обозначают как "холодное зажигание", нагрев все же возникает. В то же время он существенно меньше, чем при так называемом факельном сжигании, то есть при открытом сжигании, как это описано в DE-A1-30 04 677. По сравнению с этим соответствующее родовому понятию устройство для рекомбинации водорода и кислорода имеет то преимущество, что можно избежать открытого сжигания и не направленных облаков газа и тогда, когда происходит каталитическое зажигание, (а не только "холодное зажигание"), то есть достигнута способная к воспламенению концентрации H_2 в притекающей газопаровой смеси, которая приводит к внутреннему воспламенению. С помощью этого известного устройства, которое известно также под типовым названием "водородный зажигатель WZK 88" - сравни печатный источник Проспект фирмы Сименс, номер заказа A19100-U822-A107 от мая 1988 с помощью так называемого холодного зажигания могут быть подвергнуты рекомбинации только количественно относительно малые потоки; кроме того, это известное устройство с открываемыми в зависимости от давления и/или в зависимости от температуры затворами не является длительно соединенным с атмосферой защитной оболочки ядерной электростанции или атмосферой ядерно-технической лаборатории или соответственно другого устройства, где может возникать водород. То есть может встретиться случай, что устройство уже могло бы работать, поскольку достигнута концентрация H_2 ниже границы зажигания, например, 3 об. Его затворы крышки однако еще закрыты, поскольку еще не достигнуты граничные значения срабатывания давления или температуры: только после достижения граничных значений затворы крышки открываются и устройство начинает рекомбинировать.

В основе изобретения лежит задача выполнить устройство для рекомбинации водорода и кислорода таким образом, чтобы оно было непрерывно в распоряжении для процессов рекомбинации и таким образом не нуждалось в открываемых в зависимости от давления и/или в зависимости от температуры затворах для своего ввода в работу и чтобы при этом могли быть переработаны количественно существенно

большие потоки газопаровой смеси.

Для решения поставленной задачи предметом изобретения является устройство для рекомбинации водорода и кислорода с помощью катализаторных тел, которые несут на своей поверхности каталитическое покрытие и через которые направляется содержащая подлежащий удалению водород газопаровая смесь, с окружающим и удерживающим катализаторные тела корпусом, причем корпус содержит, по меньшей мере одно постоянное открытое отверстие для впуска газа и по меньшей мере одно постоянно открытое отверстие для выпуска газа, причем эти отверстия сообщаются друг с другом через внутренний для корпуса путь протекания газа и причем катализаторные тела расположены внутри корпуса с включением их в путь протекания газа за отверстием для впуска газа, с другими признаками, что катализаторные тела являются выполненными из многослойного листового материала плоскими телами, образующими в многоканальном устройстве параллельно включенные каналы протекания газа, поперечное сечение канала которых ограничено по меньшей мере двумя расположенными с зазором соседними плоскими телами или соответственно на концах многоканального устройства по меньшей мере одним плоским телом, причем плоские тела содержат:

несущий лист,

пористую способствующую адгезии поверхностную структуру несущего листа толщиной ниже 10 мкм,

нанесенный на способствующую адгезии поверхностную структуру, увеличивающий поверхность, пористый промежуточный слой, предпочтительно из Al_2O_3 , который имеет толщину слоя также лежащую в мкм-области,

и нанесенное на промежуточный слой, каталитическое покрытие, состоящее из одного из обоих благородных металлов платины или палладия VIII подгруппы Периодической системы в такой тонкодисперсной форме, что остается сохраненной пористость промежуточного слоя.

Дальнейшие предпочтительные развития предмета изобретения указаны в пп. 2 28 формулы изобретения.

Предметом изобретения является также предпочтительное применение устройства по пп. 1-28 формулы изобретения для производственного устранения водорода, который находится или образуется в защитной оболочке ядерной электростанции, как указано в п. 29 формулы изобретения. Предпочтительное дальнейшее развитие этого применения заключается в том, что множество устройств для рекомбинации водорода и кислорода смонтированы внутри защитной оболочки ядерной электростанции на соответствующем количестве мест крепления, распределенными в виде сети по области стенки и/или пола защитного здания. При стандартной ядерной электростанции с охлаждением водой под давлением с мощностью в 1300 МВт_{эл} и с объемом защитной оболочки порядка 70.000 м³ являются достаточными примерно 50 рекомбинаторов согласно изобретению с конструктивными размерами, например, 1 м ширины на 1 м высоты на 140 мм глубины.

Достигаемые изобретением преимущества следует усматривать прежде всего в том, что геометрия корпуса нового устройства с учетом малых размеров при возможно высокой эффективности рекомбинации и низких расходах на изготовление ввиду простой конструкции может быть оптимизирована относительно простым образом. Устройство согласно изобретению может быть названо также плоскостным рекомбинатором, который может изготавливаться в виде относительно небольшого стандартного модуля типа конвектора. Согласно этому предметом п. 25 формулы изобретения является устройство, выполненное для монтажа в модульном исполнении, в котором множество однотипных, совпадающих друг с другом по меньшей мере в двух измерениях, например, глубине и высоте или глубине и ширине, корпуса являются монтируемыми рядом друг с другом или друг над другом в рекомбинаторный ряд.

В качестве дальнейших существенных преимуществ предмета изобретения следует назвать следующие. Был создан энергозависимый каталитической плоскостной рекомбинатор для рекомбинации H_2/O_2 , который превосходно пригоден для монтажа внутри защитной оболочки или соответственно защитного корпуса реактора и с помощью которого может быть достигнуто безопасное устранение H_2 в возможной атмосфере аварии. При монтаже достаточного количества устройств согласно изобретению в области пола, стен и потолка подлежащего защите объема или соответственно защитного корпуса ядерной электростанции могут быть исключены особые устройства для перемешивания, которые до сих пор должны были обеспечивать гомогенизацию атмосферы защитного корпуса в случае аварии. Применяемая до сих пор система из каталитических H_2 -зажигателей согласно ранее названной опубликованной заявке EP-A1-0 303 144 и искрового H_2 -зажигателя, который описан в DE-A1-38 16 711 может быть дополнена выгодным образом. Хотя с помощью устройств, согласно изобретению, с плоскостными рекомбинаторами и нельзя, в общем, избежать возникновения способных к воспламенению смесей, однако последствия зажиганий могут быть уменьшены за счет того, что они уменьшают содержание H_2 и O_2 также и в пароиной атмосфере. В экстремальном случае тем самым могут быть полностью предотвращены процессы сжигания после конденсации пара.

Особенно выгодной в рамках двойного замысла в защитном корпусе ядерных электростанций является комбинированная система, состоящая а) из плоскостных рекомбинаторов согласно изобретению с б) зажигателями водорода типа WZK 88 и WZB 88, описанными в проспекте формы Сименс "Зажигатели водорода", номер заказа A19100-U822-A107 от мая 1988, (а) работает постоянно также и в паровой атмосфере, (б) служит прежде всего для устранения больших, кратковременно появляющихся H_2 -количеств. Тем самым является возможным заменить на ядерных электростанциях применяемую до сих пор

систему перемешивания водорода с относящимися к ней нагреваемыми плоскостными рекомбинаторами (сравни DE-A3 31 43 989).

В случае инертизированных защитных оболочек (в качестве инертного газа вводится, например N_2 , после аварии путем попадания кислорода вследствие радиолиза могут возникать способные к воспламенению смеси. При встраивании плоскостных рекомбинаторов, согласно изобретению, при этом однако отпадает обычно необходимая N_2 -подпитка, которая приводит к дополнительному росту давления.

Выгодные свойства проявляет устройство, согласно изобретению, также при получении инертных условий в системах разгрузки давления защитных корпусов, работающих со скрубберами, в которых также вследствие радиолизного газообразования могут возникать способные к воспламенению смеси.

Относительно уровня техники следует еще сослаться на рекомбинационное устройство согласно DE-A1-22 39 952, в котором оба реагирующих друг с другом газа нагревают до температуры реакции по меньшей мере до $620^\circ C$, предпочтительно до $760^\circ C$. В противоположность этому в случае предмета изобретения нагревательное устройство является ненужным или от него сознательно отказываются. В основе изобретения лежит найденное путем опытов знание того, что при применении в качестве материала катализатора палладия или платины нагрев обрабатываемой газо-паровой смеси не является необходимым и что также и при более низких концентрациях H_2 , например 1% происходят процессы рекомбинации на каталитических плоских телах и с этими процессами также и повышение температуры на плоских телах. Это повышение температуры или соответственно рабочая температура рекомбинации зависит от концентрации H_2 и ниже стехиометрической границы также и от концентрации O_2 . При более высоких концентрациях, например 8% H_2 на каталитических плоских телах может достигаться температура зажигания, однако такие процессы зажигания, поскольку происходит непрерывный переход от процессов рекомбинации к процессам зажигания, не протекают в виде выброса, более того, имеет место горение при спокойном пламени.

Относительно уровня техники следует далее еще сослаться на публикацию EP-A2-0 233 564. В случае описанного в этом документе устройства для устранения водорода из содержащей водород газовой смеси внутри закрываемого корпуса расположены пленки, материал которых вызывает устранение водорода. Этот корпус обычно закрыт от воздействия окружающей его атмосферы. Чтобы, при необходимости, заменить расположенные внутри корпуса пленки, охваченное пленкой несущее тело расположено в корпусе так, чтобы пленки при открывании корпуса выходили наружу. Удаление водорода происходит, в основном, в результате адсорбции: кроме того, небольшие количества водорода окисляются в присутствии кислорода в газовой смеси, причем пленочный материал каталитически обуславливает окисление. Для области

приема водорода применяют особые сплавы. При этом лежащий в основе замысел заключается в избегании открытого сжигания водорода, причем в качестве катализатора применяется также палладий в виде покрытия на ванадии, так что водород может быть частично непосредственно преобразован в воду при температурах порядка 100 °С. В противоположность этому в основе настоящего изобретения лежит замысел работать только с каталитической рекомбинацией и при этом также не исключать (спокойно протекающие) процессы горения. Относительно документа, указанного выше, следует еще упомянуть, что описанная в нем пленочная конструкция типа сэндвича должна обуславливать в частности, накопление H_2 в металлической решетке и что изготовление слоистых сэндвичей такого типа является очень трудоемким и однородная структура поверхности достигается лишь с трудом. В противоположность этому каталитические плоские тела, согласно изобретению, сконструированы более просто, поскольку в предпочтительном выполнении они могут состоять исключительно из обработанной листовой нержавеющей стали с покрытием из Pd- и/или Pt.

В последующем основные преимущества изобретения обобщаются еще раз:

работоспособность также и после долгой нагрузки водяным паром.

работоспособность сохраняется также в присутствии в обрабатываемой газопаровой смеси химических загрязнений, например, йода, CO , H_2BO_3 , метилйодида,

работоспособность каталитических плоских тел или соответственно всего устройства также после погружения в воду, компактная конструкция,

очень хорошие соотношения расходы/польза, то есть высокая скорость преобразования H_2 при минимальной площади катализатора,

работоспособность также в атмосфере пара.

На фиг.1 показана в перспективном представлении первая, упрощенная форма выполнения устройства согласно изобретению, далее обозначаемая как рекомбинатор;

на фиг.2 в соответствующем представлении второе, более детальное выполнение в виде снаружи;

на фиг.3 предмет согласно фиг. 2, причем нижний выдвигной блок корпуса, содержащий каталитические плоские тела, выдвинут;

на фиг.4 фронтальный вид упрощенно представленного рекомбинатора с тремя расположенными друг над другом уровнями каталитических плоских тел;

на фиг.5 вид сверху на отдельный ряд каталитических плоских тел, который подходит для выдвигного блока согласно фигуре 3, с первым расстоянием между складками;

на фиг. 6 в соответствующем представлении к фиг. 5 отдельный ряд каталитических плоских тел с уменьшенным по сравнению с фигурой 5 расстоянием между складками;

на фиг.7 выдвигной блок согласно фиг. 5 и 6, снабженный каталитическими плоскими телами с еще больше уменьшенным по

сравнению с фигурой 5 расстоянием между складками и выполненный в виде вдвигаемых в виде карт картотеки отдельных листов, которые могут фиксироваться;

на фиг.8 так называемая тройная диаграмма для пояснения граници зажигания для смесей водород-воздух-пар, причем по нижней оси (основание треугольника) с возрастанием справа налево нанесена концентрация водорода в объемных процентах, на следующей по направлению вращения часовой стрелки концентрации воздуха нанесена концентрация воздуха в объемных процентах и на третьей стороне треугольника соответственно концентрация водяного пара в объемных процентах, причем на всех трех осях нанесена полная область процентов от 0 до 100

на фиг.9 таблица, которая поясняет скорость рекомбинации H_2 на каталитическом плоском теле с активной поверхностью в 46 cm^2 ;

на фиг. 10 увеличенное сечение через плоское тело, причем наружные слои для лучшего распознавания представлены с большей толщиной, чем в действительности;

на фиг.11 таблица, в которой представлены основные результаты испытания для различных испытательных устройств Nr. V1. 1.1. V1.1.2 и так далее (столбец 1) теста рекомбинатора, а именно нанесены откорректированная постоянная времени, максимальная температура T_{max} на пути потока газа (шахты) рекомбинатора и максимальная температура T_{max} плоских тел столбцы (5-7) в зависимости от характеристических параметров рекомбинатора (смотри столбцы 2-4, а также 8). При этих характеристических параметрах речь идет о расстоянии между складками зигзагообразной полосы плоского тела, о высоте плоского тела ("высота катализатора") и об относительной или нормированной площади катализатора;

на фиг. 12 диаграмма, на которой представлен ход постоянной времени ZK согласно столбцу 5 фиг. 11 в зависимости от относительной площади катализатора FR (столбец 8 фиг. 11), причем различные испытательные устройства обозначены V1.1.1 V1.1.2 и так далее в соответствии с таблицей согласно фиг. 11.

Представленное на фиг. 1 устройство для рекомбинации водорода и кислорода, обозначаемое в дальнейшем в целом как рекомбинатор R, работает с каталитическими плоскими телами 1, через которые направляется содержащая подлежащий устранению водород газопаровая смесь, смотри стрелку потока f_1 (приток) и стрелку потока f_2 (отток). В случае плоских тел 1 может идти речь о металлизированной пластмассовой ленте (или соответственно в пластмассовой плате или планке), причем на такой несущий слой тогда нанесено еще покрытие из материала катализатора, в частности платины или палладия. Предпочтительно, поскольку это более надежно, каталитические плоские тела выполнены из металлического листа, в частности из предварительно обработанного коррозионностойкого стального листа, который затем покрыт каталитически действующим внешним слоем (в частности, Pt или Pd). Плоские тела 1 удерживаются в

обозначенном в целом позицией 2 корпусе и окружены этим корпусом таким образом, что подобный трубе для выпуска газа газовый поток может быть выполнен, как это поясняют стрелки f1, f2 и f3. Для этого корпус 2 содержит по меньшей мере одно постоянно открытое отверстие для впуска газа 3 вблизи своего дна корпуса 2а, предпочтительно направленное вниз, и далее одно постоянно открытое отверстие для выпуска газа 4 в верхней области корпуса 2, которое в основном ориентировано к фронтальной стороне корпуса 2. Как можно видеть, каталитические плоские тела 1 расположены внутри корпуса 2, а именно включены в путь газового потока 11 за отверстием для впуска газа 3.

Корпус 2 выполнен в основном в виде прямоугольного параллелепипеда. В представленном примере он имеет (относительно его внутренних размеров) глубину t 120 мм, ширину b 900 мм и высоту h 800 мм. Поэтому можно сказать, что корпус 2 имеет примерно размеры радиатора для нагрева помещений, причем его стенки 2b, 2c с фронтальной и с обратной стороны по своей ширине b и высоте h составляют многократное от размера по глубине t стенок обложки. Стенки обложки образованы стенкой основания 2b и выполненной в виде сводчатой направляющей стенки потолка 2e с соответственно сформированными частями торцевой стенки 2f, которые лежат в той же плоскости, что и боковые стенки 2d и образуют с ними одно целое. Направляющая стенка 2e действует в качестве направляющего потока щитка, который при несовпадающих направлениях отверстия для выпуска газа 4 и газового потока внутри корпуса смотрит направленные вверх, обозначенные штрихованными стрелками потока f1 2 газовые потоки - последние отклонены в направлении отверстия для выпуска газа 4, смотри стрелку потока f2. Газовый поток внутри корпуса таким образом отклонен под углом порядка 90° из вертикального в горизонтальный. Отверстие для выпуска газа образовано открытой стороной колпака 5, к которому относятся обе торцевые стенки 2f и сводчатая, вогнутая на внутренней стороне направляющая стенка 2e. Корпус 2 предпочтительно представляет собой корпус из листового металла, который изготавливают путем сварки отдельных стенок корпуса 2а-2f.

Каталитические плоские тела 1 образованы гофрированной плоской лентой 6, причем вершины и впадины волн ленты 6 предпочтительно обращены, как к фронтальной стороне (фронтальная стенка 2b), так и к обратной стороне (обратная стенка 2c). Плоская лента 6 проходит, в частности, зигзагообразно, причем для ее изготовления ровная плоская лента целесообразно снабжена зонами складок 7 в форме гофров и окончательная гофрированная или зигзагообразная форма изготовлена путем фальцовки вдоль зон складок 7. Расстояние между складками от вершины до вершины обозначено k1. Для реактивного покрытия этой плоской ленты 6 справедливо сказанное вначале: оно состоит из тонкого слоя в мкм области, в частности, из платины и/или палладия. В остальном многослойная конструкция плоских тел ниже

поясняется еще более подробно. Плоская лента 6 с обеих сторон покрыта материалом катализатора с образованием реакционных поверхностей, так что поступающая через отверстие для впуска газа 3 газопаровая смесь может протекать как через реакционные поверхности с фронтальной, так и с обратной стороны плоской ленты. Отверстие для впуска газа 3 ограничено четырьмя кромками отверстия 3а-3д, которые придают отверстию для впуска газа 3 вид вытянутого в длину прямоугольника или соответственно шлица. Этот шлиц позволяет газопаровой смеси протекать, как к фронтальным сторонам, так и к обратным сторонам плоской ленты 6. Выпрямление потока при наклонном притоке снизу обеспечивается листовым направляющим устройством 8 незначительной высоты a1, на котором стоит плоская лента. Листовое направляющее устройство 8 выполнено, в частности в виде укрепленной в области дна корпуса 2 (предпочтительно привинченной) световой колосниковой решетки. Альтернативно к световой колосниковой решетке могла бы быть предусмотрена также ситовая пластина 9 с ситовыми отверстиями, причем однако действие выпрямления потока не настолько хорошее, как в случае световой колосниковой решетки. Для лучшей наглядности ситовая пластина 9 представлена только лишь в частичной области корпуса 2. Фронтальная и обратная сторона плоской ленты 6 обе обтекаются потоком и таким образом примерно в одинаковой степени способствуют каталитической рекомбинации содержащегося в поступающем газовом потоке водорода с также содержащимся в потоке кислородом.

С помощью плоской ленты 6 образуется множество каталитических плоских тел 1 прямоугольных очертаний, которые, как на их фронтальной стороне, так и на их обратной стороне снабжены каталитическим покрытием 12. Можно видеть, что образованный плоской лентой 6 или соответственно его отдельными плоскими телами 1 на их передней и обратной стороне путь газового потока 11 представляет собой многоканальную систему, охватывающую множество параллельно включенных каналов протекания газа 11.1 на передней стороне и 11.2 на обратной стороне, поперечное сечение которых в представленном случае треугольное сечение канала ограничено по меньшей мере двумя, расположенными с зазором относительно друг друга плоскими телами 1 и внутренней стороной обращенной к ним стенки корпуса, или 2b, или 2c. На концах плоской ленты 6 или соответственно многоканального устройства поперечное сечение канала ограничено по меньшей мере одним плоским телом 1 и естественно ограничивающими стенками корпуса 2b, 2d, 2c (левый и правый конец на фигуре 1). Может быть целесообразным в области высоты плоской ленты снабжать внутреннюю сторону стенок корпуса также каталитическим покрытием, для того, чтобы таким образом увеличить эффективную каталитическую поверхность рекомбинатора R. Желательное действие трубы для отходящих газов является максимальным, если проходящий внутри корпуса путь протекания газа 11, как

представлено, направлен вертикально снизу вверх и плоские тела 1 своими плоскостями листа также расположены направленными вертикально в этом проходящем внутри корпуса пути протекания газа 11.

При втором примере выполнения согласно фигурам 2 и 3 в своей нижней области корпус 2 рекомбинатора образует приемный элемент 13 (фиг. 3) для монтируемого и демонтируемого выдвижного блока 14. Этот выдвижной блок 14 содержит каталитические плоские тела 1, которые как одно целое с обозначенным позицией 3 отверстием для впуска газа и вместе с корпусом 2 образуют систему каналов 15 для обтекания и протекания каталитических плоских тел 1 подлежащей обработке газопаровой смесью. Отверстие для впуска газа 3 снова направлено вниз (корпус 2 открыт вниз). Отверстие для выпуска газа 4 образовано множеством проходящих параллельно друг другу продольных шлицов 41. Отверстия для впуска газа и для выпуска газа 3 и 4 или соответственно продольные шлицы 41 покрыты мелкочаеистой проволочной решеткой 16 или соответственно 17, которая практически не препятствует течению газа и защищает от проникновения посторонних тел. Указывающая вниз часть решетки 16 не видна, можно видеть лишь фронтальную часть решетки 16, которая закрывает фронтальный шлиц 31. В отличие от примера согласно фиг. 1 для отклонения текущих вертикально вверх потоков смеси служит внутренний для корпуса сводчатый направляющий щиток 18, который представлен на фиг. 2 и 3 так, как если бы правая боковая стенка 2d была бы прозрачной. Направляющий щиток 18 простирается своей вогнутой стороной от верхней области внутренней стороны задней стенки корпуса 2 вверх и к фронтальной стороне к передней области внутренней стороны потолочной стенки 2e так, что поднимающаяся вверх при вертикально проходящем внутреннем пути протекания газа 11 газопаровая смесь отклоняется в горизонтальное, указывающее к отверстию для выпуска газа 4 направление (сравни стрелки потока f2).

Фиг. 3 показывает, что на одном конце выдвижного блока 14 расположено множество каталитических плоских тел 19, которые служат в качестве испытательных тел и для этой цели могут быть выделены из общей системы каталитических плоских тел 1 выдвижного блока 14 без отрицательного влияния на остающиеся каталитические плоские тела 1. Для этой цели эти испытательные тела 19 выполнены в виде маленьких листовых пластинок, которые введены по типу карт картотеки в направляющие прорези на внутренних поверхностях выдвижного блока 14 (на фиг. 3 не представлено). Выполнение остальных плоских тел 1 в принципе такое, как представлено и пояснено с помощью фиг. 1. На одном конце выдвижного блока 14, например, введены четыре испытательных тела 19; расстояния между ними таковы, что получаются практически одинаковая скорость и одинаковая степень нагрузки, как и для остальных плоских тел 1 так, что после определенной продолжительности эксплуатации, например, через год одно из

таких испытательных тел 19 может быть извлечено и подвергнуто проверке относительно состояния его каталитического внешнего слоя. Для лучшего обслуживания выдвижного блока 14 он может быть снабжен ручками 20, предпочтительно, по одной ручке в его обеих конечных областях фронтальной стороны.

Система каналов 15 в случае примера выполнения согласно фигурам 2 и 3 образована следующим образом: на внутренней стороне стенки основания 2a корпуса 2 в области его края расположена окружающая рама 21. На ней установлен выдвижной блок 14 с рамочной частью 22 во вдвинутом состоянии. Рамочная часть 22 не имеет никакого основания; она в направлении высоты выполнена короче на маленькую часть a3, чем фронтальная стенка 23 выдвижного блока 14. Это укорочение a3 соответствует по размеру a2 высоте рамы 21 полностью или по меньшей мере в значительной степени. Рамочная часть 22, которая привинчена или приварена к фронтальной стенке 23 выдвижного блока 14, служит для удерживания плоских тел 1 и испытательных тел 19; со стороны основания эта рамочная часть 22, так же как и корпус 2 является открытой. Во вдвинутом состоянии (фиг. 2) вместе с тем подлежащие обработке газы/пары через отверстие 3 протекают между плоскими телами 1 и испытательными телами 19 таким образом, что тела 1, 19 могут обтекаться газами/парами с обеих сторон. Выдвижной блок 14 может быть зафиксирован в своем вдвинутом состоянии (фиг. 2) с помощью стопорения 24, 25 или резьбового соединения. Оно может состоять, например, из закрепленной на внутренних поверхностях своих боковых сторон внутри приемного элемента 13 сводчатой листовой пружины 24 и подходящей для этого стопорной выемки 25 на боковых сторонах рамочной части 22. В левой части выдвижного блока 14 стопорное углубление 25 не различимо, оно видно только в правой части.

Фиг. 4 показывает схематически упрощенно, что в примере согласно фиг. 1 плоские тела 1 могут быть расположены также в несколько уровней друг над другом. Каждая из соответствующих плоских лент 6.1, 6.2, 6.3 имеет высоту, например, 50 мм, так что при трех расположенных друг над другом уровнях плоских лент получается общая высота 150 мм. Складывание соседних друг с другом плоских лент, а именно 6.1 6.2 или 6.2 6.3, является целесообразным образом смещенным друг относительно друга, как это перспективно схематически намечено, так, что один уровень плоской ленты стабильно сидит на находящемся под ним. Количество расположенных друг над другом плоских тел 1 или соответственно соответствующих плоских лент зависит от "высоты трубы для отходящих газов", то есть от конструктивной высоты рекомбинатора и/или от скорости протекания. Последняя может быть увеличена путем применения нагнетателя без увеличения действия трубы для отходящих газов. Представленному "самозащищенному" выполнению, которое обходится без нагнетателя, отдается предпочтение, так как оно является надежным, то есть обходится без включения потока нагнетателя.

В соответствии со схематическим

чертежом согласно фиг. 4 в примере выполнения согласно фиг. 2 и 3 вместо одного единственного выдвигного блока 14 также могли бы быть вдвигаемыми друг над другом в соответствующие приемные элементы 13 два или, например, три блока.

Для того чтобы увеличить эффективную катализаторную поверхность плоских тел 1 каждого отдельного уровня или соответственно каждого выдвигного блока 14, рекомендуется в случае гофрированного или зигзагообразного выполнения плоских тел 1, уменьшать расстояния между складками, как это поясняется на фиг. 5 и 6. На фиг. 5 расстояние k1 между двумя соседними вершинами 26 плоской ленты 6 составляет 60 мм или соответственно между каждой второй последующей вершиной плоской ленты 6 120 мм. Фиг. 5 показывает, что закрепленные точечно или другим подходящим образом пары листовых планок 27 образуют направляющие шлицы 28 на внутренних сторонах фронтальной стенки 23 и на обратной стенке рамочной части 22, которыми "коньки крыши" или соответственно "ребра крыши" сложенной плоской ленты 6 могут фиксироваться внутри корпуса 2 или соответственно выдвигного блока 14.

Фиг. 6 показывает, что путем уменьшения расстояния между направляющими шлицами 28 и соответствующими плоскими планками плотность складывания плоской ленты 6 может быть повышена. Расстояние между складками k11 составляет здесь только 40 мм.

При примере выполнения согласно фиг. 7 крепление, предусмотренное для испытательных тел 19, использовано также для остальных плоских тел 1. Испытательные тела 19 и плоские тела 1 состоят оба из, в частности тонкостенных, вставляемых в ряд одна за другой отдельных пластинок 100, предпочтительно из отдельных листов, которые выполнены с возможностью вставления по типу карт картотеки в образованные парами направляющих планок направляющие шлицы 28. Это выполнение имеет преимущество, что имеется полностью однотипное выполнение для испытательных тел и для плоских тел. С помощью не представленного резьбового зажима отдельные пластины 100 могут зажиматься без колебаний внутри рамочной части 22 или соответственно выдвигного блока 14 (сравни фиг. 3) при эластичной деформации, причем силы зажима могут действовать на раму, например, в направлении стрелки 38.

Для описанных выше примеров выполнения согласно фиг. 1 7 справедливо, что испытательные тела 19 дополнительно могут быть предохранены от нежелательного вынимания тем, что они выполнены в виде тонкостенных, разламываемых в местах заданного разрушения листов. Для той же цели можно выполнять испытательные тела 19 в виде отрываемых вдоль линий заданного отделения пленок. Например, для этого можно было бы (см. фиг. 7) с обеих сторон испытательного тела 19 предусмотреть по одной точке сварки или твердой пайки 29. Эти точки фиксации настолько слабы, что они разрушаются при захвате испытательных тел 19 с помощью клещей и тянущей нагрузки в направлении вверх. Для особенно надежного с точки зрения колебаний и потока крепления

остальных плоских тел 1 является возможным также закреплять их дополнительно с помощью представленных точек сварки или точек твердой пайки. Расстояние k2 между соседними отдельными пластинками 100 по сравнению с k1 или k11 далее уменьшено, например, до 20 мм.

На фиг. 2 и 3 представлено, что корпус 2 на своей обратной стенке снабжен средствами 30 для подвесного закрепления на вертикальной стене здания. При этом речь идет, например, о крепежных проушинах. Соответствующие крепежные проушины могут быть предусмотрены также на боковых стенках: они обозначены позицией 32.

В предпочтительной форме выполнения согласно фиг. 2 и 3 рекомбинатор R превосходно приспособлен для монтажа в модульном исполнении, при котором множество однотипных, совпадающих по меньшей мере в двух измерениях, например, по глубине t и высоте h или глубине t и ширине b корпусов 2 являются монтируемыми рядом друг с другом или друг над другом в один ряд рекомбинатора.

Указывающее вниз направление отверстия для впуска газа 3 и фронтальное ориентирование отверстия для выпуска газа 4 имеет между прочим преимущество, что нагрузка пылью является минимизированной (не имеется никаких ориентированных вверх отверстий, через которые обычно преимущественно проникает пыль здания.). Дополнительно могли бы быть еще предусмотрены направленные к фронтальной стороне отверстия для впуска газа в форме продольных шлицов 31 (увеличение поперечного сечения притока), сравни фиг. 3.

При рекомбинаторе согласно изобретению речь идет о компоненте, которая предпочтительно пригодна для производственного устранения водорода, который находится или образуется в защитной оболочке ядерной электростанции. В связи с представленным модульным исполнением получается предпочтительная система рекомбинаторов внутри ядерной электростанции за счет того, что множество таких рекомбинаторов смонтировано в виде сети в соответствующем количестве мест крепления на стене и/или в области пола защитного здания или защитного корпуса.

Фиг. 8 показывает в тройной диаграмме границу зажигания 33, причем в поле 34 вне этой границы зажигания 33 уже возможны процессы рекомбинации, однако естественно не возможны процессы зажигания. В поле 35 внутри границы зажигания 33 может происходить зажигание водорода, однако оно происходит не внезапно, а в непрерывном переходе, поскольку рекомбинатор согласно изобретению, до того, как концентрация водорода пересечет границу зажигания 33, уже работал. Поэтому может быть исключено, чтобы рабочая область попадала в поле 37, которое ограничено от поля 35 так называемой границей детонации 36.

Таблица, согласно фиг. 9, позволяет увидеть, что в случае испытательного рекомбинатора с эффективной каталитической поверхностью в 46 см² средняя скорость рекомбинации в области от 2.1 об. H₂ до 1,1 об. H₂ составляет 0,166 л H₂ в минуту.

Вычисления в таблице, согласно фиг. 9,

показывают, что скорость рекомбинации водорода уменьшается с уменьшением концентрации H_2 и, кроме того, что объемный поток газа, который вследствие конвекции и диффузии движется к каталитическому плоскому телу, в исследованной области является примерно постоянным и составляет в среднем 10,2 л/мин. Отсюда можно вывести, что при заданной геометрии рекомбинатора скорость рекомбинации зависит только от скорости транспортировки молекул газа к каталитическим плоским телам и что на них даже независимо от объемной концентрации H_2 всегда имеет место 100-ная рекомбинация.

На фиг. 10 представлен вырез состоящего из многослойного листа плоского тела 1, которое может находить применение для плоской ленты 6 (фиг. 1-6) и для испытательных тел 19 или соответственно отдельных пластинок 100 (фиг. 3 и 7). В соответствии с этим каталитическое плоское тело состоит из внутреннего несущего листа 39, предпочтительно, из нержавеющей стали. В этом случае высокая стабильность плоских тел 1 уже может достигаться, если он изготавливается в виде относительно тонкой фольги толщиной в области между 0,04 мм и 0,07 мм. Выгодное значение для общей толщины плоского тела, включая его покрытия 40 42 с обеих сторон, лежит при 0,05 мм. Тогда оно имеет относительно малую теплоемкость и быстро нагревается при начинающихся процессах рекомбинации, что является желательным. Под нержавеющей сталью понимается коррозионноустойчивая сталь. На несущем листе 39 или соответственно сердцевине плоского тела 1 расположена, в качестве последующего слоя, пористая, способствующая адгезии поверхностная структура 40 несущего листа с толщиной ниже 10 мкм. Выгодным для области толщин для этой поверхностной структуры 40 является область между 1 и 3 мкм, то есть ниже 5 мкм. Она может быть изготовлена таким образом, что содержащая алюминий в качестве легирующей компоненты нержавеющая сталь подвергается термообработке, в результате которой часть содержащегося в сплаве алюминия диффундирует из него и реагирует с кислородом окружающего воздуха с образованием Al_2O_3 . При этом речь идет об α -окиси алюминия, причем она не гигроскопична (не впитывает воду), может быть шероховатой, но не иметь капилляров. Эта поверхностная структура 40 должна служить в качестве пористого, грубого способствующего адгезии средства для последующего слоя 41. Шероховатая поверхностная структура может быть изготовлена вместо термообработки несущего листа 39, например, также путем пескоструйной обработки, тогда Al_2O_3 не образуется. Дальнейшей возможностью изготовления, способствующей адгезии поверхностной структуры 40 является погружение несущего листа 39 в алюминиевую краску так, что распределенные на поверхности тонкие частички Al остаются фиксированными. Путем термообработки затем растворитель испаряется и алюминий окисляется.

После этого на уже снабженный способствующей адгезии поверхностной структурой 40 несущий лист 39 наносят

увеличивающий поверхность пористый промежуточный слой из Al_2O_3 , который имеет также лежащую в мкм-области толщину слоя. В случае промежуточного слоя, в общем, речь идет о стабилизированной окиси алюминия. Вместо окиси алюминия в принципе была бы пригодной также двуокись кремния (SiO_2). Суспензия для нанесения слоя, которая может наноситься на слой 40 путем набрызгивания, погружения или намазывания, содержит окиси и гидроксиды алюминия. После нанесения суспензию сушат и подвергают термообработке, при этом происходит так называемое кальцинирование при превращении в гамма-окись алюминия. В суспензии гидроксиды алюминия действуют в качестве связующего (биндера). Результатом является сплошной керамический промежуточный слой 41, который является водоотталкивающим. Предпочтительный вес единицы поверхности этого промежуточного слоя 41 составляет от 0,5 мг до 5 мг/см² (Washcode-количество). На промежуточный слой 41 затем наносят собственно благородный металл катализатора, а именно платину или палладий, предпочтительно платину, и образуют катализаторное покрытие в такой тонкодисперсной форме, что пористость промежуточного слоя 41 сохраняется и получается очень большая каталитическая поверхность. Платина или палладий относятся к VIII подгруппе периодической системы, к которой принадлежит также никель. Оказалось, что для сравнительно дорогой платины достаточным является очень малый вес на единицу площади внутри внешнего слоя 42. Этот вес на единицу площади лежит предпочтительно в области между 0,05 и 1,0 мг/см². Катализаторное покрытие 42 таким образом с очень малой величиной кристаллов платины (или палладия) поверхностно интегрировано в промежуточный слой 41. Катализаторное покрытие 42 намечено утолщенной линией с нерегулярными "вершинами" и "впадинами", чтобы символизировать шероховатость поверхности. При изготовлении катализаторного покрытия 42 является целесообразным действовать таким образом, что платину растворяют в хлороплатиновой кислоте и этот раствор, например, набрызгивают на промежуточный слой 41. После этого летучие составляющие растворителя путем нагревания удаляют и окисленную платину восстанавливают в атмосфере водорода в металлическую, тонкокристаллическую платину.

Полученное таким образом плоское тело 1 со своей сердцевиной 39 и покрытием 40-42 выдерживает при практическом применении в рекомбинаторе не только температуры своей нормальной рабочей области между примерно 400 и 450°C, но даже средние температуры, вплоть до 850°C, без заметного ухудшения своего катализаторного действия. Так как рекомбинатор R согласно изобретению является компонентом, которая в случае аварии при выделении H_2 в любом случае должна надежно работать, то целесообразными являются уже выше поясненные проверочные испытания работоспособности плоских тел 1 через регулярные промежутки времени путем

извлечения испытательных тел 19 и проверки их работоспособности в лаборатории. Под регулярными интервалами времени, например, понимается проверка каждые три месяца. Термические пиковые нагрузки, которые выходят за 850 °С, плоские тела могут кратковременно выдерживать также без ухудшения их функции. Это происходит, например, при внутреннем воспламенении, когда концентрация Н₂ однократно должна превышать границу зажигания.

На фиг. 11 в столбце 1 перечислены 17 различных плоских тел 1 или соответственно испытательных загрузок, которые обозначены V.1.1.1, V 1.1.2, V 1.1.3 и так далее до V 3.3.1. Глубина отдельных плоских тел (на фиг. 11 названы катализатором) составляла при всех плоских телах t=120 мм так, как представлено на фиг. 1 или 5. При этом относительная (нормированная) площадь катализатора безразмерной величины 1 была поставлена в соответствие плоскому телу 1, выполненному внутри плоской ленты 6 (сравни фиг. 5) с расстоянием между складками k1=60 мм и с высотой катализатора k2=75 мм (сравни фиг. 1). Испытательные загрузки V 2.1.1 и V 2.1.1a имеют по сравнению с этим увеличенную относительную площадь катализатора 1,5, поскольку их расстояние между складками было уменьшено с 60 мм до 40 мм. Следующие за этим испытательные загрузки от V 2.2.1 до V 2.2.1b имеют относительную площадь катализатора FR= 3, поскольку их высота катализатора была увеличена с 75 до 150 мм. После этого в таблице согласно фиг. 11 приведены еще три испытательные загрузки V 2.3.1 до V 2.3.3 с относительной площадью катализатора 4,5, поскольку в них высота катализатора была увеличена с 150 до 225 мм. Без дальнейшего пояснения следует, что при следующих испытательных загрузках V 3.1.1 и V 3.1.3 относительная площадь катализатора имеет значение 3, при испытательных загрузках V 3.2.1 до V 3.2.3 значение FR=6 и при последней испытательной загрузке V 3.3.1 значение FR=9. Различным испытательным загрузкам были поставлены в соответствие также различная высота шахт, идентичная с внутренним участком пути протекания газа 11; были исследованы значения высоты шахт в 400, 600 и 800 мм. В испытательном участке различные испытательные загрузки были подвергнуты действию газопаровой смеси, которая содержала, например, 4 об. водорода, и была измерена постоянная времени ZK, которая показывает, после какого промежутка времени концентрация Н₂ уменьшается до половины своего первоначального значения. Видно, что при предпоследней испытательной загрузке V 3.2.3 была измерена минимальная постоянная времени ZK=5.33 мин. В столбцах 6 и 7 внесены еще возникающие максимальные температуры в шахте T-max (внутри пути протекания газа 11) и плоских тел.

Фиг. 12 показывает на диаграмме ход постоянной времени ZK в минутах (ось ординат) в зависимости от относительной площади катализатора FR (ось абсцисс), откуда следует, что испытательные загрузки V 2.3.3 с ZK=6,67 мин и V 3.2.3 с ZK=5,33 мин дают особенно благоприятные значения, то

есть относительно быструю рекомбинацию. В соответствии с этим предпочтительное выполнение изобретения заключается в том, что расстояние между складками, которое, в общем, обозначено k1, при зигзагообразно сложенной металлической ленте для плоских тел 1 или соответственно расстояния k12 от одной отдельной пластинки до другой отдельной пластинки 100-100 (сравни фиг. 7) внутри ряда пластинок составляет величину порядка 20 мм, а высота k2 лежит в области порядка 100 200 мм и высота шахты h или соответственно длина внутреннего для корпуса пути протекания газа 11 лежит в области между 500 и 1000 мм. Предпочтительное значение высоты шахты лежит при 800 мм, как видно из фиг. 12, однако увеличение высоты шахты до 1000 мм не оказывает существенного влияния относительно постоянной времени. Из фиг. 12 видно, что постоянная времени ZK уменьшается примерно параболически с увеличением площади катализатора, она проходит минимум, чтобы затем снова увеличиваться. Это можно объяснить тем, что при примерно 100-ном выгорании водорода в испытательном модуле или соответственно испытательной загрузке дальнейший ввод площади катализатора приводит только к повышению сопротивления потоку. Увеличение высоты шахты приводит ограниченно к улучшению скорости снижения количества Н₂ и одновременно к заметному понижению температуры на катализаторе, как это поясняют столбцы 6 и 7 фиг. 11.

Было найдено, что для вычисления постоянных времени ZK может быть приведено следующее приблизительное уравнение:

$$ZK = \frac{0,1389 \frac{\text{min}}{\text{m}^3} \cdot v_{RSB}}{n} \cdot \sqrt{\frac{\rho_{RSB}}{1,18 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}}$$

причем
$$\rho_{RSB} = \frac{m_{RSB}}{v_{RSB}}$$

Здесь обозначают:

v_{RSB} объем газа в защитном корпусе реактора, равнозначно с защитной оболочкой, ρ_{RSB} средняя плотность содержащейся в защитном корпусе реактора газопаровой смеси,

m_{RSB} масса содержащейся в защитном корпусе реактора газопаровой смеси и n количество установленных в защитном корпусе реактора рекомбинаторов.

Эта вычисленная постоянная времени ZK может быть сравнена с постоянной времени ZK, полученной с помощью испытательного модуля (сравни фиг. 11), последняя называется поэтому откорректированной постоянной времени.

Проведенные испытания показали, что время для уменьшения вдвое концентрации водорода в корпусе представляет собой постоянную величину (постоянная времени ZK), которая является зависимой от плотности смеси в корпусе ρ_{RSB}, как это показывает формула.

Формула изобретения:

1. Устройство для рекомбинации водорода

и кислорода, содержащее вертикальный корпус, имеющий по меньшей мере одно постоянно открытое отверстие для впуска газа и постоянно открытое отверстие для выпуска газа, сообщающееся друг с другом, внутри которого на пути прохождения газа размещены катализаторные тела, отличающееся тем, что катализаторные тела выполнены в виде многослойных листов, образующих в многоканальной системе множество параллельно включенных друг относительно друга каналов протекания газа, поперечное сечение канала которых ограничено по меньшей мере двумя расположенными с зазором относительно друг друга соседними плоскими телами или соответственно на концах многоканальной системы по меньшей мере одним плоским телом, при этом плоские тела соответственно содержат несущий лист, пористую, способствующую адгезии, поверхностную структуру несущего листа толщиной ниже 10 мкм, нанесенный на способствующую адгезии поверхностную структуру, увеличивающий поверхность, пористый промежуточный слой, предпочтительно из Al_2O_3 , который имеет толщину слоя, лежащую в мкм-области, и нанесенное на промежуточный слой каталитическое покрытие, выполненное из одного или обоих благородных металлов платины или палладия в тонкодисперсной форме, достаточной для сохранения пористости промежуточного слоя.

2. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что в качестве каталитического покрытия предусмотрена платина с массой на единицу поверхности 0,05 1,0 мг/см².

3. Устройство по пп.1 и 2, отличающееся тем, что пористая способствующая адгезии, поверхностная структура имеет толщину 1 5 мкм.

4. Устройство по пп.1 3, отличающееся тем, что толщина промежуточного слоя составляет 5 20 мкм.

5. Устройство по пп.1 4, отличающееся тем, что пористая способствующая адгезии, поверхностная структура также выполнена из Al_2O_3 .

6. Устройство по пп. 1 5, отличающееся тем, что отверстие для выпуска газа размещено внизу корпуса, а плоские листы расположены вертикально внутри корпуса по пути прохождения газа.

7. Устройство по пп. 1 6, отличающееся тем, что корпус выполнен в виде параллелепипеда и отверстие для впуска газа расположено направленным вертикально вниз, а отверстие для выпуска газа расположено в верхней области фронтально-сторонней стенки корпуса.

8. Устройство по пп. 6 и 7, отличающееся тем, что корпус выполнен в виде радиатора для нагрева помещения и содержит фронтальные и задние стенки.

9. Устройство по пп. 7 и 8, отличающееся тем, что каталитические тела размещены в выдвижном блоке, установленном на приемном элементе, установленном в нижней части корпуса и имеющим отверстие для входа газа.

10. Устройство по пп. 6 9, отличающееся тем, что оно снабжено установленными внутри корпуса направляющими стенками и сводчатым направляющим щитком, которые при несовпадающих направлениях отверстия

для впуска газа и отверстия для выпуска газа направляют поток газа параллельно к плоским телам или соответственно отклоняют в направлении отверстия для выпуска газа.

11. Устройство по пп. 7 и 10, отличающееся тем, что сводчатый направляющий щиток своей вогнутой стороной проходит от верхней области внутренней стороны обратной стенки к передней области внутренней стороны потолочной стенки так, что поднимающаяся при вертикально проходящем внутреннем пути протекания газа газопаровая смесь отклоняется в горизонтальное, указывающее к выходному отверстию направление.

12. Устройство по п.10, отличающееся тем, что оно снабжено системой направляющих стенок в виде световой колосниковой решетки, расположенной над отверстием для входа газа, которая направляет притекающие наклонно снизу газы/пары параллельно к каталитическим плоским телам.

13. Устройство по пп. 6 12, отличающееся тем, что отверстие для выпуска газа образовано множеством проходящих параллельно друг к другу продольных шлицов.

14. Устройство по пп. 6 13, отличающееся тем, что каталитические плоские тела выполнены в виде отдельных, в частности тонкостенных, последовательно располагаемых в ряд отдельных пластинок.

15. Устройство по пп. 6 13, отличающееся тем, что каталитические плоские тела выполнены в виде волнообразной ленты, причем волновые вершины и впадины ленты обращены к фронтальной стороне или соответственно обратной стороне корпуса.

16. Устройство по пп. 2 15, отличающееся тем, что отдельные пластинки или соответственно лента покрыты с обеих сторон материалом катализатора с образованием реакционных поверхностей.

17. Устройство по пп. 15 и 16, отличающееся тем, что лента выполнена зигзагообразной.

18. Устройство по пп. 15 17, отличающееся тем, что плоская лента снабжена зонами складок в виде гофров и волнообразная или зигзагообразная форма изготовлена путем фальцовки вдоль зон складок.

19. Устройство по пп. 9, 14 18, отличающееся тем, что по меньшей мере на одном конце выдвижного блока расположено множество каталитических плоских тел, которые выполнены с возможностью отделения из общего расположения каталитических плоских тел выдвижного блока.

20. Устройство по п. 19, отличающееся тем, что испытательные тела выполнены в виде тонкостенных, разламываемых в местах заданного разлома листов.

21. Устройство по пп. 14 20, отличающееся тем, что несущий лист каталитических тел выполнен из нержавеющей стали и толщина листового материала для испытательных тел и/или плоских тел составляет 0,04 0,07 мм, предпочтительно 0,05 мм.

22. Устройство по пп. 14, 16 и 19, отличающееся тем, что отдельные пластинки и/или испытательные тела для каталитических плоских тел выполнены в виде прямоугольных отдельных листов, а

выдвижной блок в своей приемной области для отдельных пластинок или соответственно испытательных тел снабжен приемными шлицами, в которые вдвигают в виде карт картотеки отдельные листы.

23. Устройство по п. 22, отличающееся тем, что отдельные пластинки и испытательные тела путем производимого снаружи на выдвижной блок или соответственно на его рамочную часть механического замещения выполнены фиксируемыми в их направляющих шлицах посредством упругой деформации.

24. Устройство по пп. 1 23, отличающееся тем, что отверстия для входа и выхода газа закрыты тонкоячеистой проволочной решеткой.

25. Устройство по пп. 9, 10 19, отличающееся тем, что выдвижной блок фиксируют в своем вдвинутом положении посредством стопоров или резьбового соединения.

26. Устройство по пп. 1 25, отличающееся тем, что оно выполнено в виде модулей однотипных, совпадающих по меньшей мере в двух измерениях, например, глубине и высоте или глубине и ширине, в котором корпуса монтируют рядом друг с другом или друг над другом в рекомбинаторный ряд.

27. Устройство по пп. 1 26, отличающееся тем, что расстояние между складками зигзагообразно сложенной металлической ленты для плоских тел или соответственно расстояние между отдельными пластинами для одного ряда отдельных пластинок составляет величину порядка 20 мм, высота плоских тел составляет 100 200 мм и высота шахты или соответственно длина внутреннего для корпуса пути протекания газа составляет 500 1000 мм.

28. Устройство по п. 27, отличающееся тем, что высота шахты составляет величину порядка 800 мм.

5

10

15

20

25

30

35

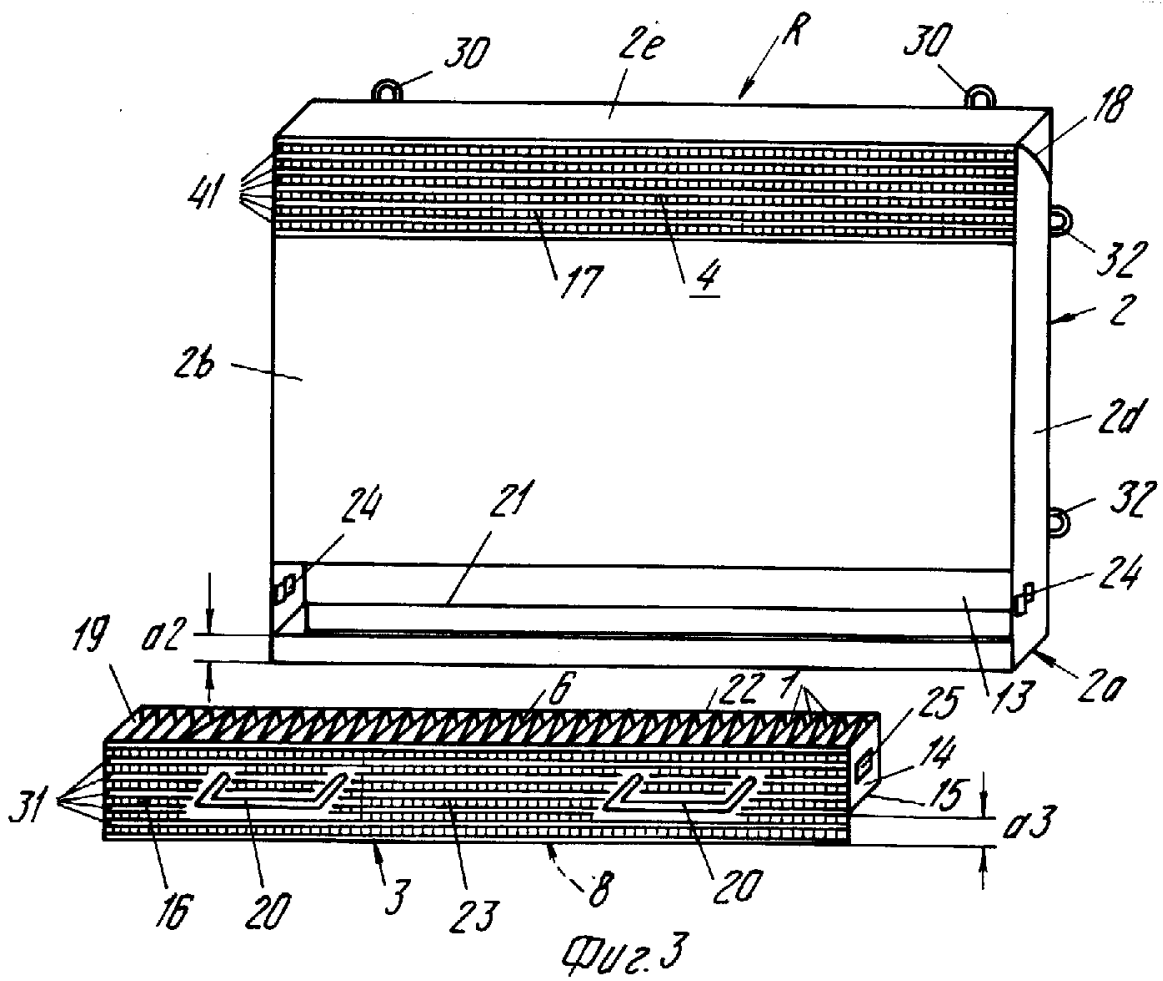
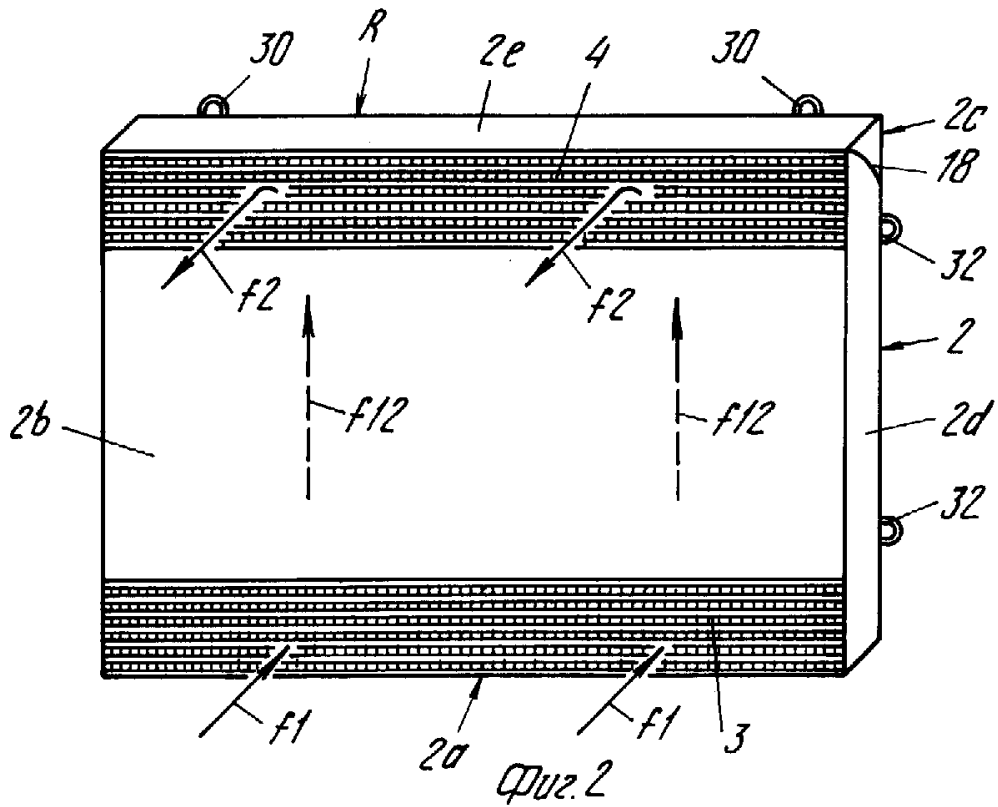
40

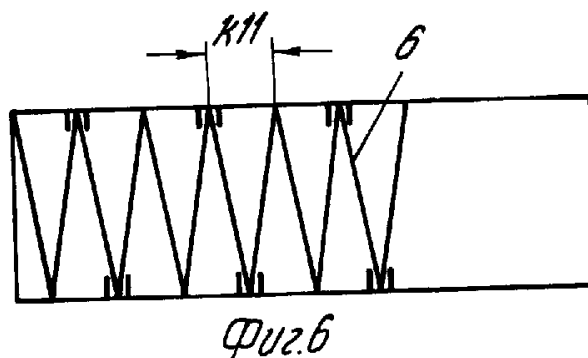
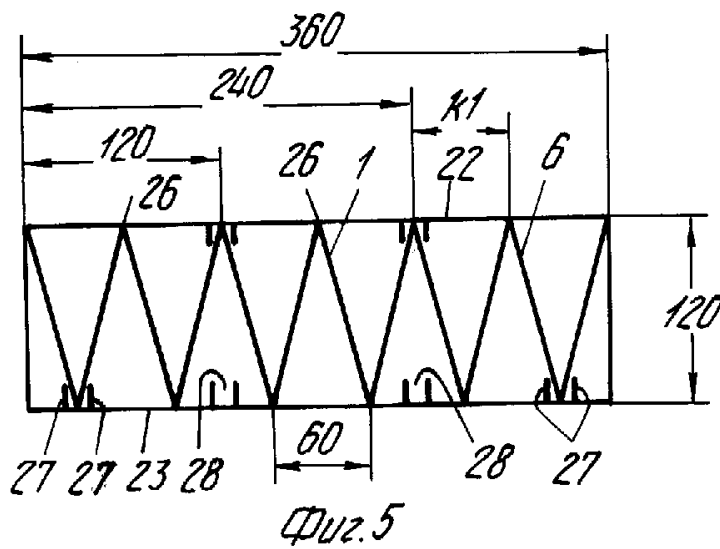
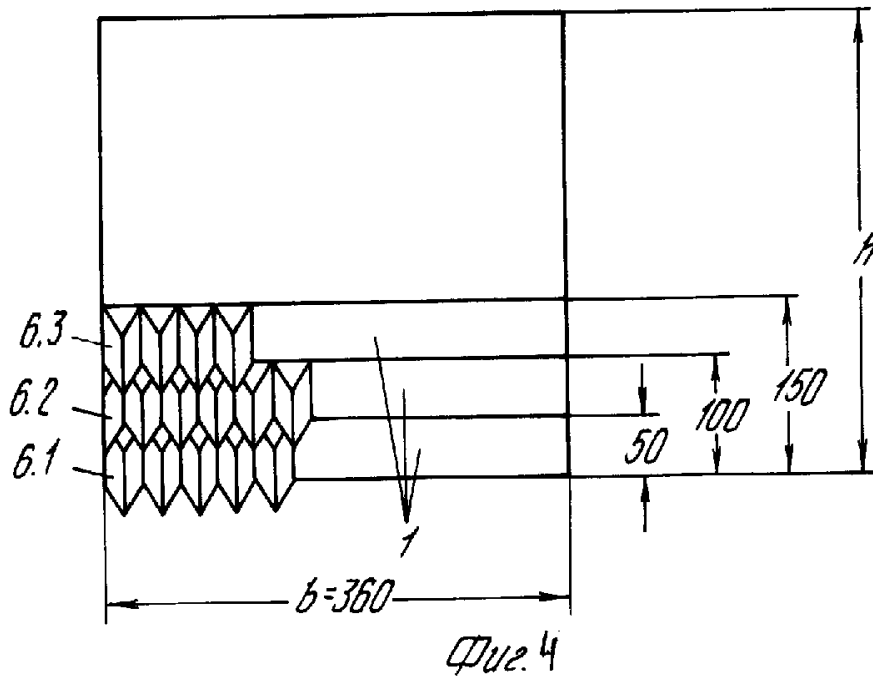
45

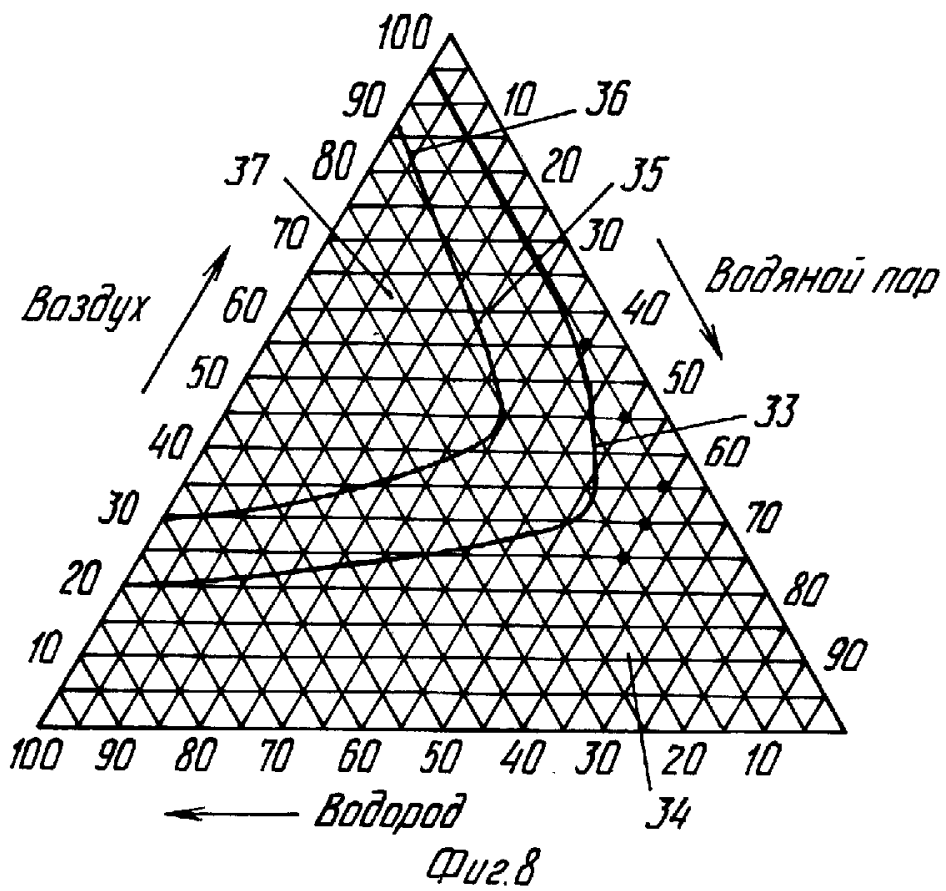
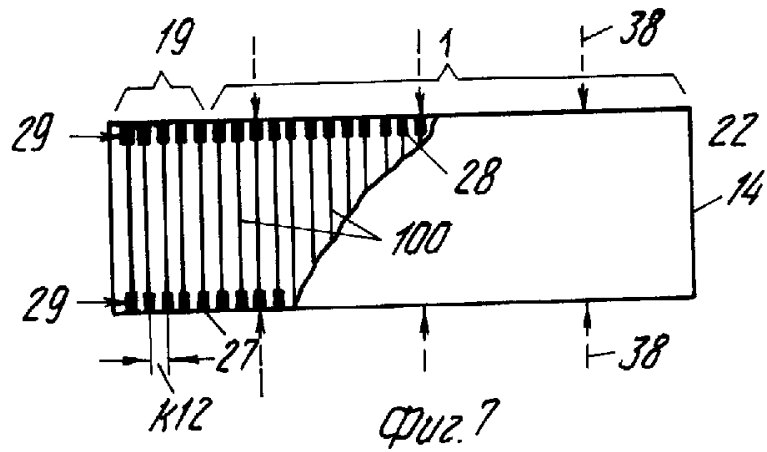
50

55

60





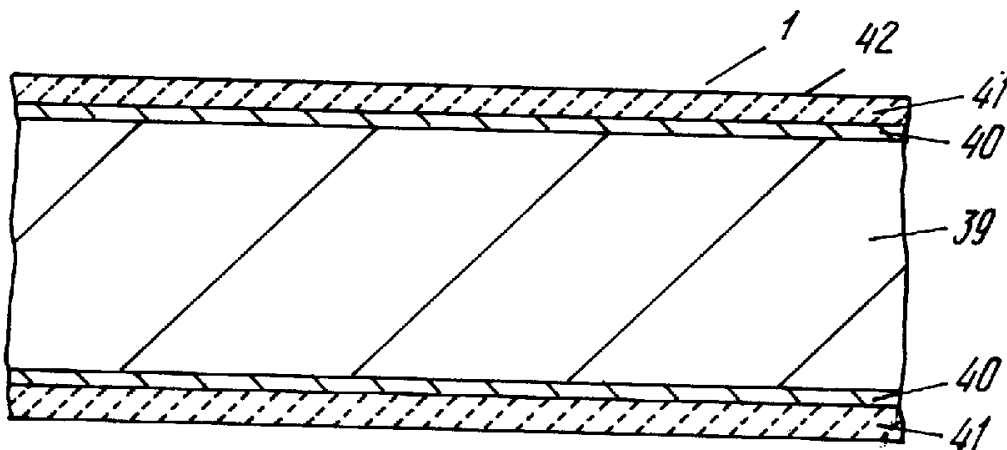


RU 2069582 C1

RU 2069582 C1

1	2	3	4	5
Время (мин)	GH_2 (об.-%)	VH_2 (л/мин)	GH_2 (об.-%)	V_{Gas} (л/мин)
0	2,10			
1	1,75	0,175	1,925	9,09
2	1,40	0,175	1,575	11,11
3	1,10	0,150	1,250	12,00
4	0,85	0,125	0,975	12,82
5	0,70	0,075	0,775	9,68
6	0,60	0,050	0,650	7,69
7	0,50	0,050	0,550	9,09

Фиг. 9



Фиг. 10

RU 2069582 C1

RU 2069582 C1

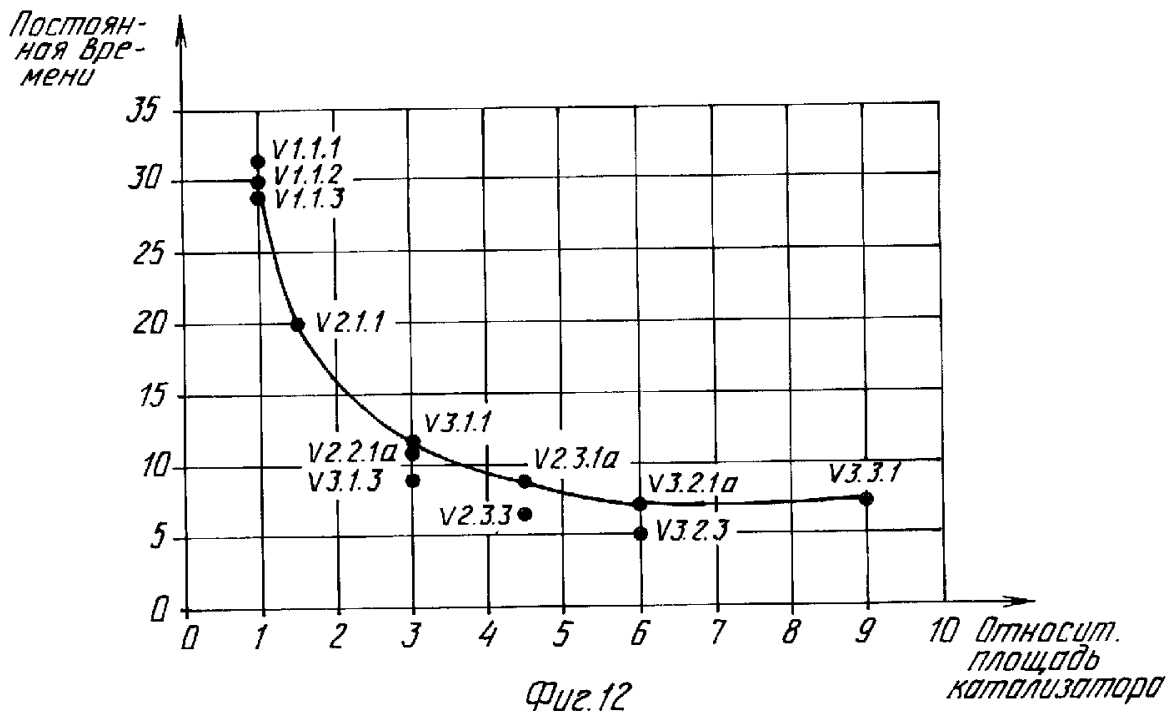
№ испы- тания	Расста- яние между склад- ками	Высо- та ка- тало- зато- ра	Высо- та шахт	Посто- янная время	Макси- маль- ная тем- пера- тура шах- ты	Макси- маль- ная темпе- рату- ра ка- тало- зато- ра	Относи- тель- ная пло- щадь като- лизато- ра
V1.1.1	60 мм	75 мм	400 мм	31,33 мин	80°C	436°C	1
V1.1.2	60 мм	75 мм	600 мм	30,00 мин	70°C	436°C	1
V1.1.3	60 мм	75 мм	800 мм	29,00 мин	68°C	408°C	1
V2.1.1	40 мм	75 мм	400 мм	20,00 мин	66°C	440°C	1,5
V2.1.1а	40 мм	75 мм	400 мм	20,22 мин	124°C	496°C	1,5
V2.2.1	40 мм	150 мм	400 мм	13,11 мин	98°C	280°C	3
V2.2.1а	40 мм	150 мм	400 мм	10,98 мин	130°C	444°C	3
V2.2.1б	40 мм	150 мм	400 мм	10,89 мин	154°C	438°C	3
V2.3.1	40 мм	225 мм	400 мм	12,22 мин	182°C	468°C	4,5
V2.3.1а	40 мм	225 мм	400 мм	8,89 мин	160°C	476°C	4,5
V2.3.3	40 мм	225 мм	800 мм	6,67 мин	142°C	426°C	4,5
V3.1.1	20 мм	75 мм	400 мм	11,67 мин	104°C	484°C	3
V3.1.3	20 мм	75 мм	800 мм	9,11 мин	145°C	428°C	3
V3.2.1	20 мм	150 мм	400 мм	7,11 мин	188°C	500°C	6
V3.2.1а	20 мм	150 мм	400 мм	7,11 мин	196°C	528°C	6
V3.2.3	20 мм	150 мм	800 мм	5,33 мин	172°C	434°C	6
V3.3.1	20 мм	225 мм	400 мм	7,56 мин	196°C	474°C	9

Фиг. 11

RU 2069582 C1

RU 2069582 C1

RU 2069582 C1



RU 2069582 C1