



(51) МПК
F23L 15/02 (2006.01)
F27B 3/26 (2006.01)
F27D 17/00 (2006.01)

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013133272/06, 20.12.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
 20.12.2011

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
 23.12.2010 US 61/460,049

(43) Дата публикации заявки: 27.01.2015 Бюл. № 3

(45) Опубликовано: 20.04.2016 Бюл. № 11

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: US 2002/0072020 A1, 13.06.2002. US 0005217373 A1, 08.06.1993. JPH 0010153307 A), 09.06.1998. US 4378045 A1, 29.03.1983. RU 2107667 C1, 27.03.1998. SU 103406 A1, 01.01.1956. SU 890053 A1, 15.12.1981.

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: 23.07.2013

(86) Заявка РСТ:
 СА 2011/050787 (20.12.2011)

(87) Публикация заявки РСТ:
 WO 2012/083451 (28.06.2012)

Адрес для переписки:

197101, Санкт-Петербург, а/я 128, "АРС-ПАТЕНТ", М.В. Хмара

(72) Автор(ы):

РАУХ Эдвин Л. (US)

(73) Патентообладатель(и):

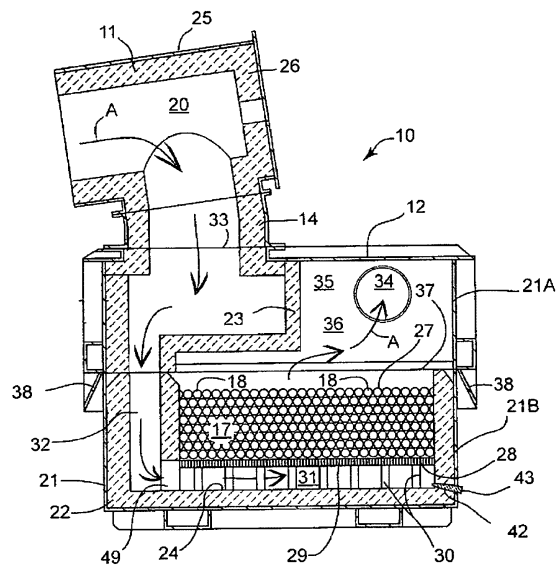
НОВЕЛИС ИНК. (СА)

(54) РЕГЕНЕРАТИВНАЯ ГОРЕЛКА РЕВЕРСНОГО ТИПА И СПОСОБ НАГРЕВА ПЕЧИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области энергетики. Регенеративное горелочное устройство содержит кожух горелки с проходящим сквозь него газовым каналом; одноступенчатый теплорегенератор с корпусом, вмещающим флюидопроницаемый теплорегенеративный слой, имеющий верхнюю поверхность и нижнюю поверхность, причем в указанном корпусе имеется проем, сообщающийся с наружной стороной указанного устройства; первый газовый тракт в указанном корпусе, напрямую соединяющий газовый канал кожуха горелки с нижней поверхностью теплорегенеративного слоя; и второй газовый

тракт в указанном корпусе, соединяющий указанный проем в корпусе, сообщающийся с наружной стороной, с верхней поверхностью теплорегенеративного слоя, причем первый и второй газовые тракты сообщаются друг с другом по существу только через теплорегенеративный слой, корпус включает в себя камеру для сбора жидкости непосредственно под нижней поверхностью теплорегенеративного слоя. Указанная камера для сбора жидкости включает, в нижней своей стенке, отстойник. Изобретение позволяет снизить потери тепла, загрязнения теплорегенеративной среды. 3 н. и



Фиг. 2

RU 2581683 C2

RU 2581683 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
F23L 15/02 (2006.01)
F27B 3/26 (2006.01)
F27D 17/00 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2013133272/06, 20.12.2011**(24) Effective date for property rights:
20.12.2011

Priority:

(30) Convention priority:
23.12.2010 US 61/460,049(43) Application published: **27.01.2015** Bull. № 3(45) Date of publication: **20.04.2016** Bull. № 11(85) Commencement of national phase: **23.07.2013**(86) PCT application:
CA 2011/050787 (20.12.2011)(87) PCT publication:
WO 2012/083451 (28.06.2012)

Mail address:

**197101, Sankt-Peterburg, a/ja 128, "ARS-PATENT",
M.V. KHmara**(72) Inventor(s):
RAUKH Edvin L. (US)(73) Proprietor(s):
NOVELIS INC. (CA)(54) **REGENERATIVE BURNER OF REVERSE TYPE AND METHOD OF HEATING FURNACE**

(57) Abstract:

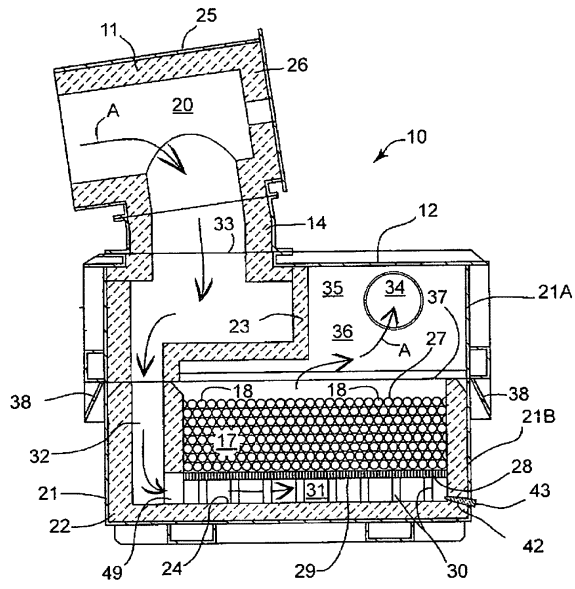
FIELD: energy.

SUBSTANCE: invention relates to power engineering. Regenerative burner apparatus, comprising: a burner housing having a gas channel extending therethrough; a single-stage heat regenerator provided with a housing enclosing a fluid-porous heat regenerative media bed having an upper surface and a lower surface, said housing having an opening communicating with an exterior of said apparatus; a first gas passageway in said housing directly interconnecting said gas channel of said burner housing and said lower surface of said heat regenerative media bed; and a second gas passageway in said housing interconnecting said opening in said housing communicating with said exterior and said upper surface of said heat regenerative media bed, said first and second gas passageways being in communication with each other substantially only through said heat regenerative media bed, said housing including a liquid collection chamber directly beneath said lower surface

of said heat regenerative media bed. Said chamber for collecting fluid comprises a sump at its lower wall.

EFFECT: invention allows to reduce heat losses, contamination of heat regenerative medium.

27 cl, 13 dwg



Фиг. 2

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к устройству регенеративной горелки реверсного типа, используемой для нагрева печей и аналогичного оборудования с целью ограничения потерь тепла. Конкретнее, изобретение относится к способам и
5 устройствам, решающим проблемы загрязнения теплообменной среды, используемой в таких устройствах.

Уровень техники

Топливные горелки на горючем топливе часто используют для нагрева печей, предназначенных для плавления металлов, например, алюминиевого скрапа, стекла и
10 других материалов. Горелки требуют подвода воздуха для горения и вырабатывают значительный объем горячих дымовых газов, которые направляются в печь. Регенеративные горелки предназначены для улучшения топливной эффективности за счет рециркуляции тепла от выходящих из печи дымовых газов, которое иначе тратилось бы впустую. Обычно используют тандем из двух топливных горелок, соединенных с
15 двумя флюидопроницаемыми телами теплопоглощающего материала, обычно представленными регенеративными слоями из частиц огнеупорного материала. Регенеративные слои поглощают тепло проходящего через них газа, или передают им тепло в зависимости от соотношения температур газа и слоев на момент их соприкосновения. Когда работает первая из двух горелок, выработанный ею дымовой
20 газ с течением времени выводят из печи и пропускают через второй из двух регенеративных слоев для подогрева теплообменной среды. Газ для горения первой горелки, обычно являющийся воздухом, при этом пропускают через первый тепло-регенеративный слой, где он нагревается теплообменной средой, уже подогретой работой предыдущей горелки. По истечении времени, требуемого для максимизации
25 эффективности (часто от 30 секунд до трех минут), первую горелку гасят, а вторую горелку поджигают. Затем газ для горения второй горелки пропускают через второй тепло-регенеративный слой (который уже нагрет отработанным газом от первой горелки), а отработанный дымовой газ от второй горелки выводят из печи и пропускают
30 через первый тепло-регенеративный слой, снова нагревая его. Попеременной работой горелок таким методом извлекают большую часть тепла и перенаправляют обратно в печь, в результате чего она работает с повышенной эффективностью. Очевидна возможность применения более двух горелок на одну печь, если отработанные газы от одной группы горелок использовать для подогрева газов для горения горелок другой группы посредством соединенных регенеративных слоев, или если эксплуатировать
35 горелки попарно с различными циклами нагрева.

Недостатком используемых таким образом регенеративных горелок является то, что связанные с ними тепло-регенеративные слои часто загрязняются компонентами отработанных газов, выведенных из печи и пропускаемых через слои. Природа этих
40 загрязняющих веществ зависит от того, какой материал нагревают в печи. Например, если печь используют для переплавки алюминиевого скрапа, то часто вносят солевые флюсы для того, чтобы металл лучше плавился и не слишком окислялся. Солевые флюсы частично испаряются при рабочей температуре печи, а затем конденсируются в тепло-регенеративных слоях, затрудняя протекание газа через них и, в конце концов, закупоривая их. Испарившиеся солевые флюсы сначала конденсируются в виде
45 жидкости, но со временем затвердевают по мере прохождения через слои в более холодные зоны. В предшествующем уровне техники данная проблема хорошо известна, и предпринимались многочисленные попытки решить ее путем удаления загрязняющих отложений теми или иными способами.

В опубликованной патентной заявке US 2002-0072020 (Крейн и др., публикация от 13 июня 2002 года) раскрывается типичная комбинация горелки/теплорегенеративного слоя типа, применяемого в металлоплавильных печах. Публикацией раскрывается удобный путь замены всего регенеративного слоя после его загрязнения до

5 недопустимой степени. Удаленный таким образом слой в кратчайшие сроки заменяют запасным теплорегенеративным слоем, который содержит новую, восстановленную или избавленную от загрязнений каким-либо другим способом теплообменную среду.

Патент US 4944670 (Ватсон, выданный 31 июля 1990 г.) описывает печь с двумя горелками, имеющими теплорегенеративные слои, которую можно применять при

10 плавлении алюминия. В патенте отмечается, что теплорегенеративные слои подвергаются загрязнению солями и т.п. и раскрывается система управления, которая периодически позволяет нагревать слои до повышенной температуры для плавления поглощенных солей, которые затем можно собрать и удалить в отходы.

Патент US 4807695 (Ворд, выданный 28 февраля 1989 г.) раскрывает проект

15 регенератора, предназначенного для использования в системе регенеративной горелки для плавления стекла или цветных металлов. Изобретение предусматривает впускное отверстие для добавления чистых огнеупорных шариков (частиц теплообменной среды теплорегенеративного слоя) на одном конце слоя и средств удаления загрязненных шариков на другом конце слоя. Таким способом происходит удаление загрязняющих

20 веществ и обновление теплорегенеративного слоя.

Патент US 4923391 (Гитман, выданный 8 мая 1990 г.) раскрывает систему управления регенеративной горелкой для плавления алюминия, в которой можно обеспечить обход теплорегенеративного слоя на некоторых стадиях цикла нагревания, когда уровни

25 загрязнений особенно высоки. Таким способом возможно уменьшить загрязнение теплорегенеративного слоя.

Патентная заявка GB 2209386 A (Вилле, и др., опубликованная 10 мая 1989 г.) раскрывает систему регенеративной горелки, предназначенную для плавления стекла, в которой предусматривается использование промежуточной ступени охлаждения

30 (между двумя теплорегенеративными слоями), чтобы загрязняющие вещества могли конденсироваться на участке воздуховода, который легко чистить.

Патентная заявка GB 2192264 A (Гудфеллоу, опубликованная 6 января 1988 г.) раскрывает систему регенеративной горелки, в которой теплорегенеративный слой выполнен в двух участках таким образом, что газ проходит вниз через первый участок, а затем вверх через второй участок. Профиль распределения температур организован

35 так, что загрязненная зона расположена рядом с самым нижним слоем первого участка регенеративного слоя, вследствие чего относительно небольшие изменения в температурном профиле вызывают перемещение засоряющего материала с первого участка теплорегенеративного слоя в расплавленном состоянии. Загрязняющие вещества собирают и удаляют.

Патентная заявка US 2006/0093978 A1 от 04 мая 2006 года раскрывает способ и устройство для очистки теплорегенеративного слоя пропусканием через него быстрого

40 потока очищающего газа для того, чтобы заставить частицы двигаться друг относительно друга для оттирки твердых загрязняющих веществ.

Хотя эти решения проблемы и могут быть в некотором роде эффективными, у них, тем не менее, имеются недостатки, такие как потребность в дорогостоящей модификации

45 устройства или необходимость частой замены теплорегенеративной среды. Таким образом, существует потребность в других подходах к решению проблемы загрязнения теплорегенеративной среды, которое уменьшает расход газа через теплорегенеративные

слои, особенно когда дымовые газы содержат способные конденсироваться загрязняющие вещества.

Раскрытие изобретения

В одном примере осуществления изобретения предлагается регенеративное горелочное устройство. Устройство включает в себя кожух горелки, предпочтительно кожух топливной горелки, работающей на горючем топливе, имеющий проходящий сквозь него газовый канал, а также включает в себя одноступенчатый тепловой регенератор, оборудованный корпусом, в который помещен имеющий верхнюю и нижнюю поверхности теплообменную флюидопроницаемую среду. В корпусе имеется проем, сообщающийся с наружной стороной устройства, обычно (хотя и не обязательно) через дополнительные трубопроводы, трубы или вентиляционные отверстия. Первый газовый тракт в корпусе напрямую соединяет газовый канал кожуха горелки с нижней поверхностью теплообменного слоя. Второй газовый тракт в корпусе соединяет сообщающийся с наружной стороной проем в корпусе с верхней поверхностью теплообменного слоя. Первый и второй газовые тракты сообщаются друг с другом главным образом только через теплообменную среду так, что газ, переходящий из одного тракта в другой, обязательно проходит через среду. Естественно, что в реальных условиях может наблюдаться незначительная утечка газа по периферии слоя, которая незначительно влияет на общую эффективность устройства.

Отмечается, что термин «одноступенчатый», которым здесь характеризуется теплообменная среда или регенератор, означает, что обмен теплом с огнеупорной средой происходит только в одной непрерывной и единой зоне теплопередачи. Этим указывается на отличие от двойных или многоступенчатых теплообменных сред или регенераторов, таких как, например, показан в упомянутой выше публикации GB 2192264 A, и который имеет два слоя среды с разделителем, образованным каналом, ведущим от одного слоя среды к другому.

Такая компоновка создает условия для того, чтобы горячие отработанные дымовые газы проходили снизу вверх через теплообменную среду таким образом, чтобы все содержащиеся в газах и способные конденсироваться загрязняющие вещества конденсировались в жидкость внутри среды и самотеком вытекали из среды, не успев отвердеть. Жидкое загрязняющее вещество затем можно удалить из регенератора в месте, расположенном под средой. При этом в процессе того как горячие дымовые газы выпускаются из печи или аналогичного устройства через первый проем, проходя сквозь среду, сконденсировавшиеся загрязняющие вещества самотеком перемещаются в направлении более горячей поверхности среды (а нижняя поверхность при этом нагревается горячими дымовыми газами), а не в направлении более холодной верхней поверхности, имея при этом меньшую вероятность кристаллизоваться и отвердеть до покидания среды.

Как уже было отмечено, первый канал соединяет первый проем с нижней поверхностью теплообменного тела напрямую. Говоря «напрямую», мы имеем в виду то, что проходящие по каналу газы не встречают каких-либо объектов или устройств, которые обмениваются с газами сколь-нибудь значимым количеством тепла, кроме того тепла, которое естественным образом теряется на стенках канала. Следовательно, когда горячие отработанные дымовые газы проходят по первому каналу, то дымовые газы, полностью нагретые испарившимися загрязняющими веществами, направляются напрямую к нижней поверхности теплообменного тела без потери того количества тепла, которое могло бы вызвать значительную

конденсацию испарившихся загрязняющих веществ до попадания газа в флюидопроницаемое тело через его нижнюю поверхность.

В предпочтительном варианте, непосредственно под нижней поверхностью тепло regenerативного слоя среды в корпусе имеется коллектор сбора жидкости, который может включать в себя расположенный в нижней стенке камеры отстойник, в качестве опции покрытый перфорированной плоской крышкой или оставленный непокрытым. В камере или отстойнике может иметься выпуск для жидкости, в качестве опции снабженный съёмной заглушкой, предназначенный для периодического удаления жидких загрязняющих веществ. Или же выпуск может быть соединен с открытой дренажной трубой для того, чтобы загрязняющие вещества выводились непрерывно.

Тепло regenerативный слой может быть выполнен в виде уплотненного слоя разрозненных частиц огнеупорного материала, имеющих сферическую или другую правильную или неправильную форму. В другом варианте слой среды может быть флюидопроницаемым монолитом с каналами или соединенными друг с другом порами.

Корпус регенератора предпочтительно выполняют в двух частях, чтобы нижняя часть удерживала тепло regenerативный слой, а верхняя часть была отсоединяемой от нижней части. Обе части соединяют друг с другом по меньшей мере одной петлей на одной стороне корпуса, а на другой стороне корпуса устанавливают разъемный крепежный элемент, удерживающий части скрепленными до тех пор, пока не понадобится доступ к тепло regenerативному слою.

По меньшей мере первый тракт корпуса регенератора предпочтительно облицовывают слоем футеровки из теплоизолирующего огнеупорного материала.

Согласно другому примеру осуществления предлагается одноступенчатый регенератор для устройства регенеративной горелки, содержащий корпус, вмещающий флюидопроницаемый тепло regenerативный слой, имеющий верхнюю и нижнюю поверхности, причем в корпусе имеется проем, сообщающийся (напрямую или опосредованно) с наружной стороной устройства, и порт, выполненный с возможностью присоединения к кожуху горелки. В корпусе имеется первый газовый тракт, напрямую соединяющий порт с нижней поверхностью тепло regenerативного слоя, и второй газовый тракт, соединяющий сообщающийся с наружной стороной проем в корпусе с верхней поверхностью тепло regenerативного слоя, причем первый и второй газовые тракты сообщаются друг с другом только через тепло regenerативный слой.

Согласно еще одному примеру осуществления предлагается способ нагрева печи, вмещающей подлежащую нагреву загрузку и способное испаряться загрязняющее вещество, в котором по меньшей мере два регенеративных горелочных устройства используют поочередно для подачи нагретых дымовых газов в печь и извлечения тепла из вентилируемых из печи горячих дымовых газов, а в каждом из двух регенеративных горелочных устройств используют одноступенчатый тепло regenerативный слой, имеющий верхнюю поверхность и нижнюю поверхность, причем способ предусматривает поочередное пропускание через тепло regenerативные слои горячих дымовых газов из печи, а затем наружного воздуха для горения, причем горячие дымовые газы от печи пропускают снизу вверх по меньшей мере через один из слоев от нижней до верхней поверхности последнего, а наружный воздух для горения пропускают сверху вниз по меньшей мере через один из слоев от верхней до нижней поверхности последнего. Загрязняющее вещество в жидком состоянии удаляют из устройств из-под по меньшей мере одного тепло regenerативного слоя.

Во всех осуществлениях настоящего изобретения предпочтительно оптимизировать протекающий через слой газовый поток для максимально возможного препятствования

осаждению твердых загрязняющих веществ. Согласно наблюдениям, при низкой просветности решеток, несущих тепло regenerативный слой, сконденсированная в жидкость соль может стекать не полностью, в результате чего затвердевшие загрязняющие вещества могут, в конце концов, закупорить слой. Известно, что теоретически причиной проблемы может быть недостаточная просветность решетки в комбинации с чрезмерно сильным потоком газа на выпускной фазе рабочего цикла. Когда горелка не работает, а отходящий из печи газ протекает через слой, захваченная отходящим потоком газообразная соль превращается в жидкость при соприкосновении со слоем. Однако значительная доля соли не может вытечь из-за того, что площадь просветов решетки слишком мала по сравнению с площадью сплошных участков решетки. Проблема может усугубляться значительным скоростным напором потока выхлопного газа на данной фазе рабочего цикла, который будет стремиться проталкивать соль еще глубже в слой. Сочетание этих двух факторов со временем может заставить соль накапливаться в точке, где она может проникнуть на треть толщины слоя (от низа), то есть там, где достаточно холодно, чтобы соль могла кристаллизоваться и образовать твердую корку.

Возможным решением этой проблемы может стать увеличение просветности решетки по мере необходимости, то есть когда проблема проявляется для конкретной конструкции регенеративного устройства и решетки. Пропускное сечение решетки, выражаемое в процентах от общей покрываемой решеткой площади (в виде в плане, то есть на верхней поверхности решетки) предпочтительно находится в диапазоне от 30 до 90%, а более предпочтительно - в диапазоне от 40 до 70%.

Другим относящимся к данной проблеме фактором является пористость самого тела, которая зависит от составляющих слой частиц, а также взаимоотношение просветности решетки и пористости слоя. Прежде всего, просветы решетки предпочтительно имеют удлиненную, а не круглую форму, чтобы их не могла полностью перекрыть сферическая частица слоя. Жесткое задание фактического отношения длины просветов к их ширине не является обязательным, но в целом длина просветов обычно по меньшей мере в два раза больше их ширины, а в предпочтительном варианте длина просветов больше их ширины по меньшей мере в пять раз. Конечно, все просветы не обязательно должны быть одного размера и одной формы, и часто полезно иметь просветы разного размера и формы для наилучшего расположения опорных стоек и по другим конструктивным соображениям.

Еще одним требующим учета фактором является то, что по мере увеличения ширины просвета, частицы слоя могут все глубже садиться в просветы, увеличивая сечение сплошного материала в верхней части просвета и повышая тем самым сопротивление газовому потоку. Этот эффект можно парировать увеличением размера частиц, но это может изменить общую пористость слоя. Например, оказалось, что если слой состоит из сферических частиц, например алюминиевых или керамических, диаметром один дюйм (25 мм), а просветы имеют ширину 0,88 дюйма (22 мм), а не 0,75 дюйма (19 мм), то сферы стремятся глубже сесть в более широких просветах, уменьшая «эффективное» пропускное сечение. Для парирования этого можно применять более крупные сферы, размером от 1 до 1,5 дюйма (от 25 до 38 мм). По имеющимся оценкам, более крупные сферы увеличивают эффективное пропускное сечение примерно на 40%.

Как отмечалось выше, скоростной напор газового потока на выпускной фазе рабочего цикла также влияет на проблему твердых скоплений в слое. Отходящий газ на границе между слоем и решеткой обычно имеет скорость порядка 1890 футов в минуту (576 м/мин), что может быть достаточно сильным препятствием для вытекания

соли из слоя. На расход газа в этой точке непосредственно влияет просветность решетки; то есть скорость газа будет тем ниже, чем выше будет просветность решетки. При увеличении просветности решетки, тот же самый поток газа движется с меньшей

5 Теоретически, в базовом варианте осуществления изобретения, скорость потока газа на границе между слоем и решеткой в любой точке может составлять от 100 до 2000 футов в минуту (от 30 до 610 м/мин), а слой может оставаться эффективно работающим. На значении 100 фут/мин (30 м/мин) ожидается хорошее стекание соли в широком диапазоне просветности решеток, но на значении 2000 фут/мин (610 м/мин) количество

10 стекающей из слоя соли будет резко ограничено. В сочетании с открытой конструкцией решетки предпочтительная скорость газа находится в диапазоне от 800 до 1300 фут/мин (от 244 до 396 м/мин), в котором хорошее стекание будет сбалансировано с оптимальными рабочими характеристиками печи/слоя.

В случаях, когда обнаруживается, что конструктивно решетка не обеспечивает

15 должной просветности, и пока не удастся заменить ее на новую с большим пропускным сечением, образование твердых отложений можно минимизировать описанным ниже методом. Данный метод включает в себя периодическое уменьшение интенсивности горения горелки с целью снижения скорости отходящего газа. Горелки работают попарно с переключением каждую минуту или каждые несколько минут. Метод

20 предусматривает кратковременное (на 2-8 минут, предпочтительно - примерно на 5 минут) 30%-ное снижение расхода газа для горения через пару горелок через каждый час работы. Этим накапливающейся за каждый час соли предоставляется дополнительное время на то, чтобы вытечь из слоев. В более крупных печах с многочисленными спаренными горелками периоды пониженной производительности

25 горелок могут быть распланированы так, чтобы не происходило перекрывания друг с другом каких-либо двух периодов. Такой метод может рассматриваться как вариант постоянного решения проблемы или же как временная мера до установки более просветной решетки.

Краткое описание чертежей

30 Далее подробно описываются примеры осуществления изобретения со ссылкой на предлагающиеся чертежи, на которых:

Фиг.1 является приведенным для сравнения схематическим видом в вертикальном разрезе обычного регенеративного горелочного устройства и части связанной с ним печи; устройство включает в себя топливную горелку для направления горячих дымовых

35 газов в печь;

Фиг.2 является видом в вертикальном разрезе одно примера осуществления регенеративного горелочного устройства, пригодного для использования совместно с топливной горелкой, например, такого типа, какой показан на Фиг.1;

40 Фиг.3 является видом в перспективе тепло regenerатора по другому примеру осуществления изобретения, из которого для улучшения наглядности снят кожух горелки;

Фиг.4 является видом в вертикальном разрезе тепло regenerатора по линии IV-IV Фиг.3;

45 Фиг.5 является видом сверху нижней части другого варианта осуществления регенератора с удаленным тепло regenerативным слоем, причем данный вид демонстрирует конструкцию несущей решетки;

Фиг.6 является видом в перспективе осуществления по Фиг.5;

Фиг.7 является видом в перспективе решетчатой плитки, из которой собирают

наборную решетку, показанную на Фиг.5 и Фиг.6;

Фиг.8 является видом сверху, аналогичным приведенному на Фиг.5, но для другого варианта осуществления с другой конструкцией решетки;

5 Фиг.9 является видом сверху плитки, используемой с другими идентичными плитками для сборки показанной на Фиг.8 наборной решетки;

Фиг.10 является видом сбоку решетчатой плитки, показанной на Фиг.9;

Фиг.11 является видом сбоку с другой стороны решетчатой плитки, показанной на Фиг.9;

10 Фиг.12 является видом в перспективе еще одного варианта осуществления решетчатой плитки; и

Фиг.13 является видом сверху решетчатой плитки по Фиг.12.

Осуществление изобретения

В нижеследующем описании похожие или эквивалентные элементы на чертежах в различных видах обозначены одинаковыми позиционными ссылочными номерами.
15 Однако использование одного и того же ссылочного номера для обозначения элементов на различных видах не обязательно подразумевает идентичности этих элементов. Любые различия станут очевидными из описания и из самих чертежей.

На Фиг.1 показано регенеративное топливное горелочное устройство типа, показанного в упомянутой выше патентной заявке US 2002-0072020 A1 (Крейн и др.),
20 описание которой специально включено в настоящее изобретение посредством настоящей ссылки. Как было заявлено выше, показанное горелочное устройство работает в паре со вторым идентичным или аналогичным устройством. Горелочное устройство в целом обозначается ссылочным номером 10. Устройство включает в себя кожух 11, заключающий в себе топливную горелку, и регенератор 12, соединенный с
25 кожухом 11 трубчатым элементом 14. Кожух 11 выступает внутрь печи 15 (показанной только частично), направляя тем самым горячие дымовые газы от горелки 13 во внутренность печи, после того как горелку 13 поджигают и она начинает работать. Печь 15 можно использовать, например, для расплавления или сплавления металлов, в частности, алюминия и алюминиевых сплавов, содержащих способные испаряться
30 солевые флюсы. На фазе нагрева воздух для горения снаружи устройства затягивается в регенератор 12 через впуск 16 и протекает по трубчатому элементу 14 в кожух 11 для обеспечения кислородом горелки 13. Проходящий данный путь воздух горения вынужден проходить через тепло-регенеративный слой 17, состоящий из совокупности отдельных огнеупорных частиц 18, предпочтительно сферической формы. Если частицы остались
35 нагретыми от предшествующего цикла, то воздух для горения отберет тепло от сфер и перенесет тепло в печь. При неработающей горелке 13 кожух 11 выполняет роль выпуска горячих отработанных дымовых газов из печи 15, то есть тех отработанных дымовых газов, которые были введены в печь смежным регенеративным горелочным устройством (не показано) в процессе цикла сжигания топлива. Горячие отработанные
40 дымовые газы протекают через регенератор 12 к проему 16 и при этом проходят через слой 17, отдавая тепло частицам 18 для поднятия их температуры для следующего цикла подачи заряда воздуха горения. В результате, воздух горения и отработанные дымовые газы попеременно протекают через трубчатый элемент, что показано двусторонней стрелкой 19. Пока горелка 13 не работает, горячие отработанные дымовые газы
45 проходят сверху вниз через слой 17 и охлаждаются. Когда горелка 13 работает, холодный воздух горения проходит через слой снизу вверх и нагревается.

Присущая данной конструкции проблема заключается в том, что загрязняющие вещества, содержащиеся в горячем отработанном дымовом газе из печи, осаждаются

внутри слоя 17 и, постепенно ограничивая поток газов через слой, могут закупорить его окончательно. Особую проблему представляет содержание в отработанном дымовом газе способных конденсироваться загрязняющих веществ, таких как солевых флюсы. В процессе прохождения отработанных дымовых газов сверху вниз через слой, солевой флюс конденсируется в жидкость, которая под воздействием гравитации и давления газа перетекает в нижние части слоя, в которых температура может быть достаточно 5 низкой для того, чтобы жидкость отвердела, образовав твердые отложения. Твердые отложения стремятся забиться в зазоры между частицами, возможно, связывая частицы друг с другом, и, в конце концов, могут полностью перекрыть поток газа.

10 На Фиг.2 показан один из примеров осуществления настоящего изобретения. Показан вид в разрезе по вертикали регенеративного горелочного устройства 10. Устройство имеет кожух 11 горелки и теплорегенератор 12, соединенные друг с другом трубчатым элементом 14. Устройство с целью упрощения показано без горелки, но на работающем устройстве в кожухе 11 установлена горелка, например, такая как показанная на Фиг.1 15 горелка 13. Кожух 11 горелки, имеющий наружную металлическую оболочку 25 с огнеупорной футеровкой 26, ограничивает собой газовый канал 20, сообщающийся с внутренностью трубчатого элемента 14. Регенератор 12 имеет выполненный из металла корпус 21 с огнеупорной футеровкой 22, установленной, по меньшей мере, на тех 20 внутренних поверхностях, которые без этой футеровки контактировали бы с горячими газами. Огнеупорная футеровка 22 обеспечивает теплоизоляцию для минимизации потерь тепла через корпус и не позволяет горячим газам вызывать коррозию внутри корпуса. Кроме того, горячие газы от более холодных газов физически и термически отделяет разделительная стенка 23 из огнеупорного материала. В нижней части 25 разделительной стенки 23 имеется проем 49 вблизи нижней поверхности 24 корпуса 21. Корпус 21 вмещает в себя флюидопроницаемый одноступенчатый теплорегенеративный 25 слой 17, состоящий из слоев разрозненных огнеупорных частиц 18, предпочтительно имеющих сферическую форму, формирующих флюидопроницаемое тело, которое газы и жидкости могут проходить насквозь. Следует отметить, что хотя в данном примере осуществления слой предпочтительно состоит из разрозненных огнеупорных частиц, 30 в этом и других вариантах осуществления можно использовать иные флюидопроницаемые тела, например монолитное тело из огнеупорного материала с многочисленными проходящими сквозь него узкими каналами или содержащее распределенные по нему и соединенные друг с другом полые ячейки. Имеющий верхнюю 35 поверхность 27 и нижнюю поверхность 28 теплорегенеративный слой 17 покоится на перфорированном основании, состоящем из огнеупорной решетки 29, держащейся над нижней поверхностью 24 корпуса регенератора на серии разнесенных друг от друга и в целом вертикальных опорных стоек 30. Пространство, занимаемое стойками 30 под теплорегенеративным слоем 17, образует нижнюю (горячегазовую) камеру 31, которая в процессе использования заполняется горячими газами, то есть или отработанными 40 дымовыми газами из печи или горячим воздухом для горения из теплорегенеративного слоя, что зависит от того, на какой фазе рабочего цикла находится горелка. Этой горячегазовой камерой формируется часть первого (горячегазового) тракта 32 в регенераторе 12, напрямую соединяющего порт 33 кожуха горелки с нижней поверхностью 28 регенеративного слоя через проем 49 в разделительной стенке 23. В 45 свою очередь, порт 33 сообщается с внутренностью трубчатого элемента 14, газовым каналом 20 кожуха 11 горелки, и, в конце концов, с внутренностью печи (не показана). Таким образом, горячие газы подаются непосредственно в место между печью и нижней поверхностью 28 теплорегенеративного слоя 17 через первый газовый тракт 32,

выполненный с возможностью (за счет сплошной огнеупорной футеровки) минимизировать снижение температуры по ходу потока. Первый газовый тракт 32 не имеет препятствий и, так как устройство использует одноступенчатый тепло regenerативный слой 17, не содержит какого-либо еще тепло regenerативного слоя или части такового слоя, или прочего оборудования, которое могло бы существенно изменить температуру проходящих по тракту газов.

Корпус 12 регенератора имеет проем 34 над тепло regenerативным слоем 17, сообщающийся с наружностью устройства и служащий для впуска воздуха для горения в корпус или для выпуска охлажденных дымовых газов из корпуса, что зависит от того, на которой фазе рабочего цикла находится горелочный агрегат. Проем 34 может быть соединен с трубопроводом (не показан), ведущим к вентиляционному отверстию, находящемуся в подходящем месте, например на наружной стене здания печи. Кроме этого в качестве опции к трубопроводу может быть подсоединено оборудование защиты окружающей среды, предназначенное для удаления вредных компонентов из проходящих по трубопроводу отработанных дымовых газов. Внутренность корпуса 21 регенератора над тепло regenerативным слоем 17 формирует верхнюю (холодногазовую) камеру 35, которая в процессе использования заполняется холодными газами, то есть либо поступающим снаружи воздухом для горения, либо отработанными дымовыми газами, охлажденными при прохождении через тепло regenerативный слой 17. Верхняя камера 35 функционирует как второй газовый тракт 36 в корпусе 21 регенератора, напрямую соединяя верхнюю поверхность 27 регенеративного слоя с проемом 34, сообщающимся с наружным пространством.

В приведенном примере осуществления холодногазовая камера 35 расположена непосредственно над тепло regenerативным слоем 17, а горячего газовая камера 31 расположена непосредственно под тепло regenerативным слоем, причем первый газовый тракт 32 (включающий в себя камеру 31) и второй газовый тракт 36 (включающий в себя камеру 35) сообщаются друг с другом только через пористый тепло regenerативный слой 17.

Как показано стрелками А на Фиг.2, пока присоединенный к регенератору 20 горелочный модуль не работает, горячие отработанные дымовые газы из печи поступают в газовый канал 20 в кожухе 11 горелки, по трубчатому элементу 14 заходят в корпус 21 регенератора через порт 33, проходят через первый газовый тракт 32, через проем 49, попадая в нижнюю камеру 31, затем проходя между стойками 30 в нижней камере 31 попадают в слой 17 через его нижнюю поверхность 28, выходят через его верхнюю поверхность 27, попадая в верхнюю камеру 35, образующую второй газовый тракт 36, а затем через проем 34 выходят наружу. Когда горелочный модуль работает, поток газа направлен в обратном направлении, представляя собой воздух для горения, через проем 34 поступающий снаружи, проходящий через слой 17 к порту 33 и через него попадающий в кожух 11 горелки.

Протекая через регенератор 12, горячий газ для горения проходит снизу вверх сквозь слой 17. По мере охлаждения газа огнеупорными частицами нижняя поверхность 28 становится нагретой поверхностью слоя, а верхняя поверхность 27 становится охлажденной поверхностью слоя. При этом температура слоя понижается в направлении снизу вверх. Пар какого-либо содержащегося в отработанном дымовом газе загрязняющего вещества, например, солевого флюса, будет конденсироваться в жидкость на том уровне слоя, где температура окажется ниже температуры конденсации загрязняющего вещества. Если на этом уровне слоя все способное конденсироваться загрязняющее вещество полностью превратится в жидкость, тогда в идущем далее

вверх по слою отработанном газе больше не будет содержаться способного конденсироваться загрязняющего вещества, и там не будет образовываться твердых загрязнений, даже если температура слоя будет ниже температуры затвердевания загрязняющего вещества. Если же в отработанном газе даже и останется небольшое количество способного конденсироваться загрязняющего вещества, которое поднимется выше уровня конденсации и войдет в зону с температурой ниже температуры затвердевания, то образуется лишь немного твердой фазы, в то время как большая часть загрязняющего вещества останется в зоне конденсации. Кроме того, если загрязняющее вещество, сконденсировавшееся в жидкость, будет способно к самотеку, то оно будет стекать вниз через слой в направлении нагретой нижней поверхности 28 и, в конце концов, просочится или вытечет из слоя. Загрязняющееся вещество останется в жидкой фазе, не затвердевая, так как камера 31 под слоем всегда остается горячей. Жидкое загрязняющее вещество, в конце концов, стечет к нижней поверхности 24 корпуса, где соберется лужей в камере 31. Боковая стенка корпуса снабжена дренажным отверстием 42, устроенным вблизи нижней поверхности 24 или непосредственно в ней, чтобы периодически сливать из корпуса собранное в жидком виде загрязняющее вещество. Дренажное отверстие 42 временно можно закрывать съемной керамической заглушкой 43. В другом варианте дренажное отверстие 42 можно подсоединить к сливной трубе (не показана) для постоянного сливания жидкого загрязняющего вещества. Когда загрязняющее вещество большей частью представлено конденсатом печного солевого флюса, его можно возвратить обратно в печь, предварительно выполнив несложную операцию отверждения и гранулирования. Обычно никакой другой обработки не требуется.

Для того чтобы еще больше снизить вероятность затвердевания загрязняющего вещества в слое 17, глубину этого слоя между верхней и нижней поверхностями 27 и 28 можно сделать такой, чтобы температура верхней поверхности 27 оставалась выше температуры затвердевания загрязняющего вещества на все время прохождения горячих дымовых газов через теплорегенеративный слой. Любое оставшееся в отработанном газе загрязняющее вещество при прохождении через слой никак не сможет отложиться в нем в твердом виде. Разумеется, загрязняющее вещество может затем отложиться в твердом виде на частях устройства далее по потоку от слоя, но такие отложения не будут способны закупорить сам слой. Такая компоновка, тем не менее, не является предпочтительной, так как она противоречит намерению передать как можно большего количества тепла от отработанного дымового газа теплорегенеративному слою, так как газ будет выходить из слоя при большей температуре, чем требовалась бы иначе. Однако такая компоновка может быть желательной в обстоятельствах, когда существует опасность быстрого закупоривания слоя твердыми отложениями или необходимость частой чистки.

Следует помнить, что при начале движения горячего дымового газа через слой, последний будет полностью находиться при достаточно низкой температуре (так как он до этого будет охлажден при контакте с взятым снаружи воздухом для горения во время работы горелки). Поэтому загрязняющее вещество может сконденсироваться в жидкость, а затем затвердеть в начале пропускания потока горячих дымовых газов, пока слой не получил от них еще достаточного тепла. Это не опасно, так как по мере прогрева слоя ранее затвердевшее и осевшее загрязняющее вещество снова расплавится и вытечет из слоя самотеком. Кроме того, предполагается, что профиль температуры в слое время от времени будет меняться (даже при постоянном движении через слой горячих дымовых газов), вызывая некоторую степень кристаллизации и переталивания.

В целом же, любые твердые отложения обычно снова растапливаются при следующем изменении профиля температуры.

Также следует отметить, что несмотря на то что горячие отработанные дымовые газы, проходя через слой снизу вверх могут захватывать жидкий конденсат загрязняющих веществ с собой наверх в зону, где температуры могут опускаться ниже точки затвердевания загрязняющего вещества, эти газы работают против силы тяжести, что снижает эффективность переноса ими жидкости. Более того, на момент поджигания горелки воздух для горения начинает свое движение через слой сверху вниз и, до того как сможет достаточно охладить слой, будет действовать совместно с силой тяжести, вымывая жидкость из нижней поверхности слоя.

Даже имея такие благоприятные эффекты, желательно обеспечить доступ к тепло regenerативному слою для его периодической очистки или замены. Для этого корпус 21 регенератора выполняют в двух частях - верхней части 21А и нижней части 21 В с горизонтальной газонепроницаемой разделительной линией 37. По периметру нижнего края верхней части имеется короткая расширяющаяся наружу юбка, позволяющая правильно расположить верхнюю часть на нижней части. В нормальном положении две части прочно скреплены друг с другом, например, соединителями типа стяжных болтов (не показаны) или аналогичным крепежом. Для обеспечения нагрева верхней части печи регенеративное горелочное устройство 10 часто устанавливают на возвышении. Верхняя часть 21А корпуса предпочтительно поддерживается ее присоединением к кожуху 11 горелки и другим частям конструкции и остается на своем месте на печи на время замены слоя. Однако при удалении соединителей нижнюю часть 21В можно опустить вниз с помощью механического приспособления, такого как таль, кран или вилочный погрузчик, и убрать в сторону. Так как слой 17 располагается в нижней части 21В корпуса, полноценный доступ к нему обеспечивается только после снятия верхней части 21А с нижней части 21В. Нижнюю часть можно просто перевернуть и высыпать слой, или же слой может быть изначально помещен в проволочную корзину или перфорированный ящик (не показаны), которые можно поднять из нижней части 21В корпуса для замены или очистки слоя.

В целом, крупность частиц тепло regenerативного слоя выбирают по массовому расходу проходящего через него газа, параметру теплоемкости теплопоглощающего материала и пористости слоя (задающей перепад давления между нижней и верхней поверхностями слоя). Когда слой состоит из отдельных частиц, пористость определяется формой и размером частиц. Как уже отмечалось, частицы предпочтительно имеют сферическую форму, предпочтительный размер в пределах от 0,5 до 1,75 дюйма (13-44 мм), предпочтительнее всего около 0,75 дюйма (около 19 мм) и предпочтительно изготавливаются из алюминия. Пока горелка не работает и горячие отработанные газы направляются через первый газовый тракт 32, нижняя поверхность 28 слоя может разогреваться до температуры порядка 1100°C, в нормальных условиях будучи примерно на 50°C холоднее печи из-за неустраняемых (но небольших) потерь тепла через стенки корпуса. И наоборот, верхняя поверхность 27 слоя может разогреваться не более чем до 250°C, что определяется толщиной слоя, которая предпочтительно составляет от 15 до 20 дюймов (38-51 см), а наиболее предпочтительно - порядка 16 дюймов (около 41 см). Температура по толщине слоя обычно падает примерно линейно, в предпочтительном примере изменяясь примерно на 53°C на дюйм (около 21°C/см). То есть на глубине примерно 6 дюймов (около 15 сантиметров) над нижней поверхностью слоя - обычной глубине проникновения солевого флюса снизу в пористое тело, будет наблюдаться температура около 780°C. Обычно используемый в металлургических

печах флюс (например, смесь хлоридов натрия и калия) начинает конденсироваться в жидкость примерно при температуре около 1000°C и кристаллизуется в точке эвтектического затвердевания, составляющей примерно 645°C, что ниже минимальной температуры 780°C, ожидаемой на максимальной глубине проникновения, то есть флюс в пористом теле останется в жидком агрегатном состоянии. Поэтому считается, что флюс через нижнюю поверхность пористого тела проникнет в него максимально на глубину примерно 6 дюймов (около 15 см).

На Фиг.3 и Фиг.4 показан пример альтернативного осуществления регенератора 12, отличие которого от генератора по Фиг.2 состоит в том, что верхняя часть 21А корпуса 21 несколько выше части 21А по Фиг.2 с целью увеличения размера верхней камеры над теплорегенеративным слоем. Также ниже расположены порт 33 и канал 32 под портом. Кроме того, для повышения удобства выходящий наружу проем 34 расположен на верхней поверхности 39 корпуса. Увеличенные петли 40 связывают друг с другом верхнюю и нижнюю части 21А и 21В корпуса с одной стороны регенератора, а на противоположной стороне корпуса верхняя и нижняя части скрепляются съемными соединительными болтами 41 (только один из которых показан на Фиг.3). Болты удерживают вместе части корпуса в процессе работы устройства, но могут быть быстро сняты для того, чтобы на петлях 40 откинуть нижнюю часть 21В корпуса вниз для обеспечения доступа к слою.

Фиг.4 является видом теплорегенератора в поперечном разрезе (немного в перспективе), на котором, для улучшения наглядности, не показан слой, но показана перфорированная огнеупорная решетка 29, несущая слой, а также огнеупорные опорные стойки 30 под решетку, расположенные в нижней камере 31. По Фиг.3 и Фиг.4 видно, что решетка 29 и, соответственно, слой, занимают как можно большую часть площади корпуса в плане, так как тракт 32 и газовый порт 33 локализованы только в одном углу корпуса. Таким образом достигается максимальная площадь поверхности для обеспечения максимальной теплопередачи.

Согласно Фиг.4, горячие газы входят в камеру 31 и покидают ее через проем 49 под решеткой, ведущий в тракт 32 и порт 33 (смотри Фиг.3). В данном варианте осуществления в нижней стенке 47, смежной с задней стенкой (то есть стенкой, противоположной порту 33) устроен отстойник 44 прямоугольной формы, покрытый перфорированной плоской крышкой 45 и снабженный центральным дренажным отверстием 42. Плоская крышка 45 данного варианта осуществления может служить надежным основанием стойкам 30, несущим решетку 29, и перфорирована для того, чтобы жидкие загрязняющие вещества могли протекать через нее в отстойник 44. В некоторых случаях отверстиям в перфорированной плоской крышке 45 свойственно закупориваться либо содержащимися в жидких загрязняющих веществах твердыми телами, либо самими загрязняющими веществами, затвердевающими внутри отверстий или вокруг них. В таких случаях стойки могут быть сконструированы так, чтобы они касались нижней стенки 47 камеры вокруг, но не прямо над отстойником 44, а плоская крышка не устанавливалась вообще, оставляя отстойник открытым сверху. Другой возможностью является такое изменение конструкции регенератора, чтобы местоположение отстойника было немного удалено от задней стенки камеры (в направлении к передней стенке камеры) не более чем на расстояние, требуемое для размещения заднего ряда стоек 30, обычно стоящего рядом с задней стенкой. В таком варианте также можно не устанавливать плоскую крышку 45. Отстойник 44 только частично проходит вдоль задней стенки по центру и только немного в направлении передней стенки регенератора. Через проем 49 перед регенератором при неработающем

горелочном устройстве проходит больший объем отработанных дымовых газов, чем воздуха для горения, проходящего в противоположном направлении при работающем горелочном устройстве. Это способствует выталкиванию жидких загрязняющих веществ из слоя в направлении задней стенки регенератора, где и установлен отстойник, принимающий эти жидкие загрязняющие вещества. Собранные в отстойнике жидкие загрязняющие вещества можно удалять из отстойника либо периодически, либо постоянно через дренажное отверстие 42. Дренажное отверстие можно заглушить заглушкой, периодически снимаемой для удаления скопившихся жидких загрязняющих веществ. В нормальных условиях осушать отстойник требуется примерно только дважды в неделю, что можно делать, помещая под дренажное отверстие приемную емкость. Несомненно, что частота осушения зависит от размеров печи и количества добавляемого в него солевого флюса (или другого загрязняющего вещества). В другом варианте дренажное отверстие 42 можно соединить с автоматизированной системой (не показана), которая постоянно сливает жидкое загрязняющее вещество и подготавливает его для возвращения в процесс.

Отстойник 44 предпочтительно облицовывают слоем огнеупорной изоляции 46, служащей для того, чтобы загрязняющее вещество оставалось достаточно горячим, чтобы оставаться жидким пока его не удалят из корпуса. Такое конструктивное решение отстойника позволяет собрать больше жидкого загрязняющего вещества и опустить ниже решетку 29, а следовательно, и слой, внутри корпуса 21, чтобы уменьшить площадь поверхности контактирующих с горячими газами боковых стенок корпуса и тем самым еще больше снизить потери тепла.

В показанных на Фиг.5 - Фиг.13 альтернативных вариантах осуществления изобретения решетка 29 выполнена из набора называемых «плитками» малых элементов, что позволяет облегчить замену и демонтаж, а также при необходимости легко изменять площадь просветов решетки путем установки плиток различной конструкции. Предпочтительно плитки выполняют из огнеупорного материала, например из металла или керамики.

Первый вариант осуществления данного типа показан на Фиг.5, 6 и 7. Фиг.5 является видом в плане нижней части 21b регенератора, из которого удалили слой для того, чтобы показать верхнюю поверхность находящейся под ним решетки 29. Фиг.6 является видом в перспективе нижней части 21b, а Фиг.7 является видом в перспективе квадратной решетчатой плитки 29a того типа, который используют для составления решетки 29 из набора устанавливаемых бок о бок идентичных плиток. Плитка 29a имеет плоскую перфорированную панель 29b и четыре интегральных опорных стойки 30. Как показано на Фиг.5 и Фиг.6, плитки 29b выравниваются друг с другом, образуя решетку 29 таким образом, что все удлиненные просветы 50a и 50b встают в одном направлении. Центральные просветы 50a замкнуты по своей периферии, а крайние просветы 50b открыты в направлении боков соседних плиток. Сплошные части панели 29b разделяют просветы и эффективно формируют удлиненные выступы 51 между просветами и поперечные перемычки 52. При составлении в набор крайние просветы 50b соседних плиток сливаются в составные просветы 50c, которые, как видно на иллюстрации, короче центральных просветов 50b. Выполненная из таких плиток решетка на своей верхней поверхности (то есть на границе раздела решетки/слоя) имеет просветность (отношение площади просветов к общей площади поверхности решетки) порядка 46%.

Осуществление, иллюстрируемое Фиг.8-11, аналогично предыдущему варианту осуществления за исключением изменения конструкции решетчатых плиток с целью увеличения расхода воздуха через решетки. Как лучше всего видно по Фиг.9,

центральные просветы 50a и крайние просветы 50b были немного удлинены, а толщина выступов 51 и перемычек 52 была немного уменьшена. На самом деле, перемычки шире непосредственно над стойками 30 в зонах 52a для обеспечения необходимой опоры и прочности, но уже в центральной секции 52b для того, чтобы в этой зоне просветы 50a и 50b были удлинены для предоставления большей площади свободного пространства для увеличения расхода воздуха. Так же, как и в случае плитки по Фиг.7, бока панели 29b, параллельные удлиненным просветам 50a и 50b, профилированы, образуя впадины 50d и 50e, которые, когда аналогичные плитки устанавливают бок о бок, сливаются, образуя просветы примерно того же размера и той же формы, что и просветы 50a и 50b. Фиг.8 показывает эти плитки скомпонованными в решетку 29 в нижней части 21b регенератора. Просветность такой конструкции составляет примерно 57%. С применением такой конструкции (или иной конструкции с аналогичной просветностью) и слоя, состоящего из сферических частиц диаметром примерно 1,5 дюйма (38 мм), можно снизить скорость на границе раздела примерно до 1000 фут/мин (304,8 м/мин), тем самым создавая условия для хорошего стекания жидкого загрязняющего вещества.

Фиг.12 и Фиг.13 показывают соответственно вид в перспективе и вид в плане еще одной конструкции решетчатой плитки 29a. В этой конструкции панель 29b составлена из параллельных брусков 55, соединенных друг с другом парой поперечных штанг 56, удерживающих бруски вместе с промежутком 57 между соседними брусками. Стойки 30 установлены под поперечными штангами 56 для обеспечения максимальной прочности опоры и создания минимального сопротивления потоку воздуха. Такая конструкция призвана как можно больше увеличить расход воздуха сквозь решетку 29 не в ущерб прочности и долговечности решетки. Просветность такой конструкции может достигать 70% в зависимости от отношения площадей брусков 55 и промежутков 57.

Следует понимать, что в пределах объема нижеследующей формулы возможны иные варианты осуществления изобретения.

Формула изобретения

1. Регенеративное горелочное устройство, содержащее кожух горелки с проходящим сквозь него газовым каналом; одноступенчатый теплообменник с корпусом, вмещающим флюидопроницаемый теплообменник, имеющий верхнюю поверхность и нижнюю поверхность, причем в указанном корпусе имеется проем, сообщающийся с наружной стороной указанного устройства; первый газовый тракт в указанном корпусе, напрямую соединяющий газовый канал кожуха горелки с нижней поверхностью теплообменника; и второй газовый тракт в указанном корпусе, соединяющий указанный проем в корпусе, сообщающийся с наружной стороной, с верхней поверхностью теплообменника, причем первый и второй газовые тракты сообщаются друг с другом по существу только через теплообменник, отличающееся тем, что корпус включает в себя камеру для сбора жидкости непосредственно под нижней поверхностью теплообменника.

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что указанная камера для сбора жидкости включает, в нижней своей стенке, отстойник.

3. Устройство по п.2, отличающееся тем, что указанный отстойник имеет перфорированную плоскую крышку, покрывающую отстойник.

4. Устройство по п.1, отличающееся тем, что в камере для сбора жидкости имеется выпуск для удаления жидкости.

5. Устройство по п.2, отличающееся тем, что в отстойнике имеется выпуск для

удаления жидкости.

6. Устройство по п.4 или 5, отличающееся тем, что выпуск для удаления жидкости включает в себя устанавливаемую в него съемную заглушку.

5 7. Устройство по п.4 или 5, отличающееся тем, что выпуск для удаления жидкости подсоединен к открытой дренажной трубе для слива жидкости.

8. Устройство по п.1, отличающееся тем, что теплорегенеративный слой содержит уплотненный слой разрозненных частиц огнеупорного материала.

9. Устройство по п.1, отличающееся тем, что теплорегенеративный слой расположен на просветном основании внутри корпуса регенератора.

10 10. Устройство по п.9, отличающееся тем, что просветное основание поддерживается над нижней поверхностью данного корпуса разнесенными друг от друга по существу вертикальными стойками.

11. Устройство по п.9, отличающееся тем, что просветное основание представляет собой решетку, у которой верхняя, несущая теплорегенеративный слой поверхность
15 содержит просветы, разделенные сплошными участками.

12. Устройство по п.11, отличающееся тем, что совокупная площадь просветов решетки на верхней поверхности составляет от 30 до 90% от общей площади решетки.

13. Устройство по п.11, отличающееся тем, что совокупная площадь просветов решетки на верхней поверхности составляет от 40 до 70% от общей площади решетки.

20 14. Устройство по п.11, отличающееся тем, что имеющие ширину и длину просветы решетки удлинены так, что их ширина меньше их длины.

15. Устройство по п.14, отличающееся тем, что ширина просветов составляет от 19 до 22 мм.

25 16. Устройство по любому из пп.11-15, отличающееся тем, что решетка содержит набор решетчатых плиток с меньшей площадью верхней поверхности, чем у указанной решетки.

17. Устройство по п.8, отличающееся тем, что разрозненные частицы выполнены в виде сфер.

30 18. Устройство по п.17, отличающееся тем, что сферы имеют диаметр в диапазоне от 25 мм до 38 мм.

19. Устройство по п.1, отличающееся тем, что корпус выполнен двухчастным, содержащим нижнюю часть, вмещающую теплорегенеративный слой, и верхнюю часть, отделяемую от нижней части.

35 20. Устройство по п.19, отличающееся тем, что верхняя и нижняя части соединены друг с другом по меньшей мере одной петлей на одной стороне корпуса.

21. Устройство по п.1, отличающееся тем, что указанный первый тракт корпуса футерован слоем теплоизолирующего огнеупорного материала.

22. Устройство по п.1, отличающееся тем, что включает в себя работающую на горючем топливе горелку, помещенную в кожух горелки.

40 23. Одноступенчатый регенератор для регенеративного горелочного устройства, содержащий корпус, вмещающий флюидопроницаемый теплорегенеративный слой, имеющий верхнюю и нижнюю поверхности, причем корпус имеет проем, сообщающийся с наружной стороной устройства, и порт, выполненный с возможностью присоединения к кожуху горелки; первый газовый тракт в указанном корпусе, напрямую соединяющий
45 указанный порт с нижней поверхностью теплорегенеративного слоя; и второй газовый тракт в указанном корпусе, соединяющий указанный проем, сообщающийся с указанной наружной стороной, с верхней поверхностью теплорегенеративного слоя, причем первый и второй тракты сообщаются друг с другом по существу только через

теплорегенеративный слой, отличающийся тем, что корпус включает в себя камеру для сбора жидкости непосредственно под нижней поверхностью теплорегенеративного слоя.

24. Способ нагрева печи, содержащей подлежащую нагреву загрузку и испаряющееся загрязняющее вещество, в котором по меньшей мере два регенеративных горелочных устройства используют поочередно для подачи нагретых дымовых газов в печь и для извлечения тепла из вентилируемых из печи отработанных дымовых газов, причем в каждом из по меньшей мере двух указанных регенеративных горелочных устройств используют одноступенчатый теплорегенеративный слой, имеющий верхнюю и нижнюю поверхности, причем способ включает в себя поочередное пропускание горячих дымовых газов из печи, а затем наружного воздуха для горения через теплорегенеративные слои, при этом горячие дымовые газы из печи пропускают снизу вверх через по меньшей мере один из слоев от его нижней поверхности до верхней поверхности, наружный воздух для горения пропускают сверху вниз через по меньшей мере один из слоев от его верхней поверхности до нижней поверхности, а загрязняющее вещество в жидком виде удаляют по меньшей мере из одного из указанных устройств из-под соответствующего теплорегенеративного слоя, отличающийся тем, что горячие дымовые газы пропускают через теплорегенеративные слои снизу вверх с постоянной скоростью потока, кроме промежутка времени, в который указанную скорость потока снижают для способствования стеканию загрязняющего вещества в жидком виде из указанного слоя.

25. Способ по п.24, отличающийся тем, что горячие дымовые газы пропускают через теплорегенеративные слои снизу вверх со скоростью потока от 30 до 610 м/мин.

26. Способ по п.24, отличающийся тем, что горячие дымовые газы пропускают через теплорегенеративные слои снизу вверх со скоростью потока от 244 до 396 м/мин.

27. Способ по п.24, отличающийся тем, что указанный промежуток времени составляет от 2 до 8 минут на каждый час работы каждого регенеративного горелочного устройства.

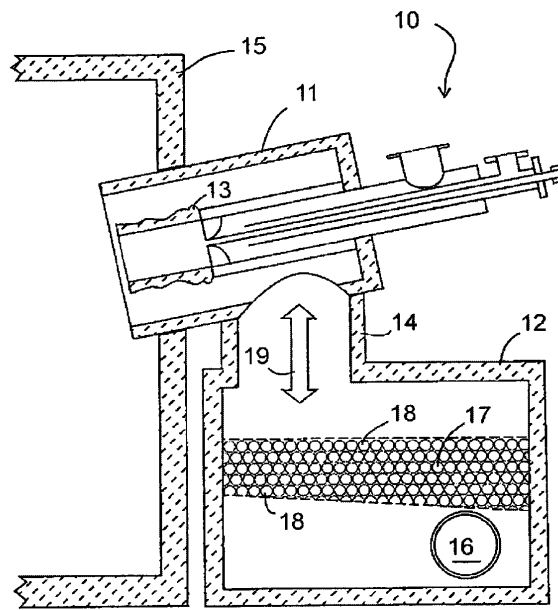
30

35

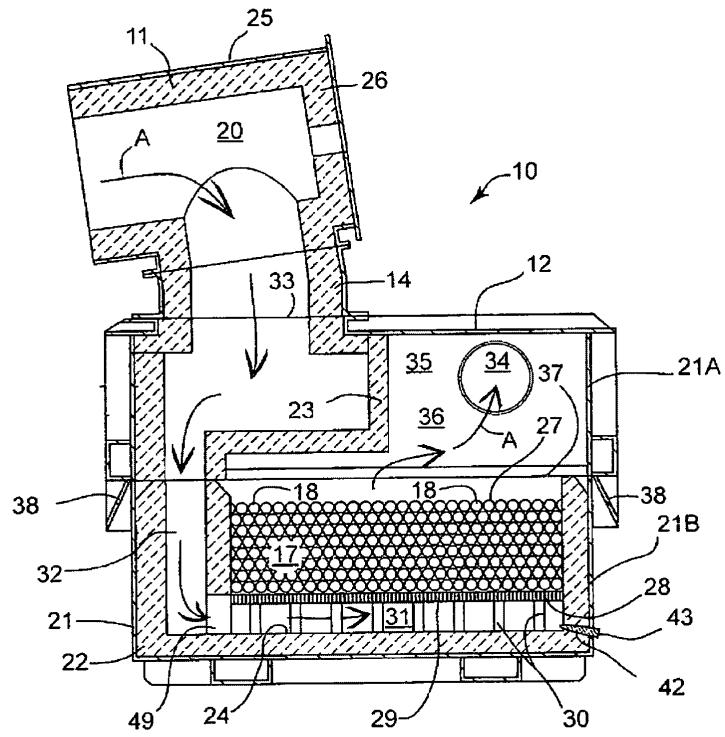
40

45

1

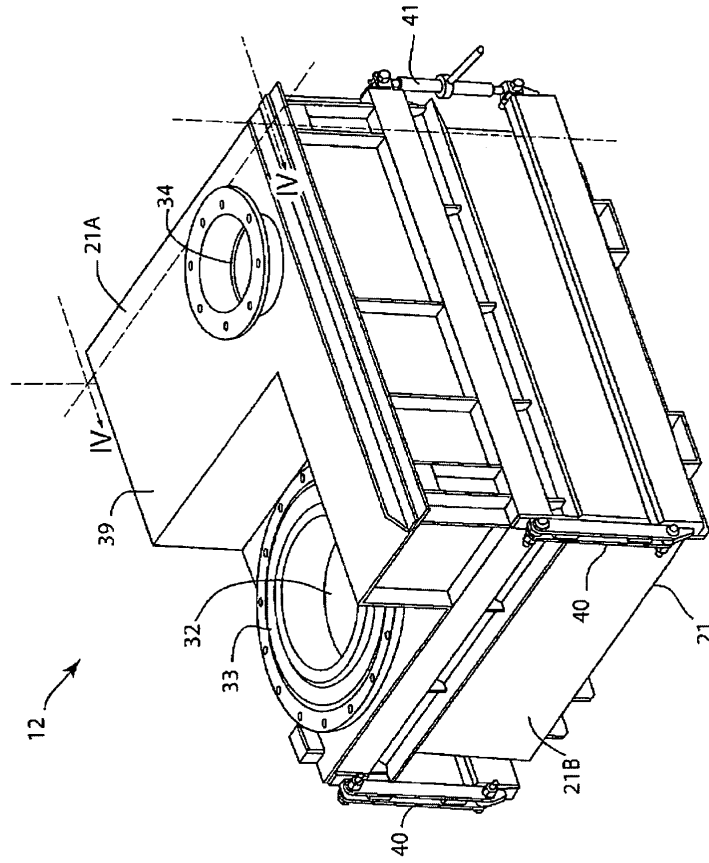


ФИГ. 1
(предшествующий уровень техники)



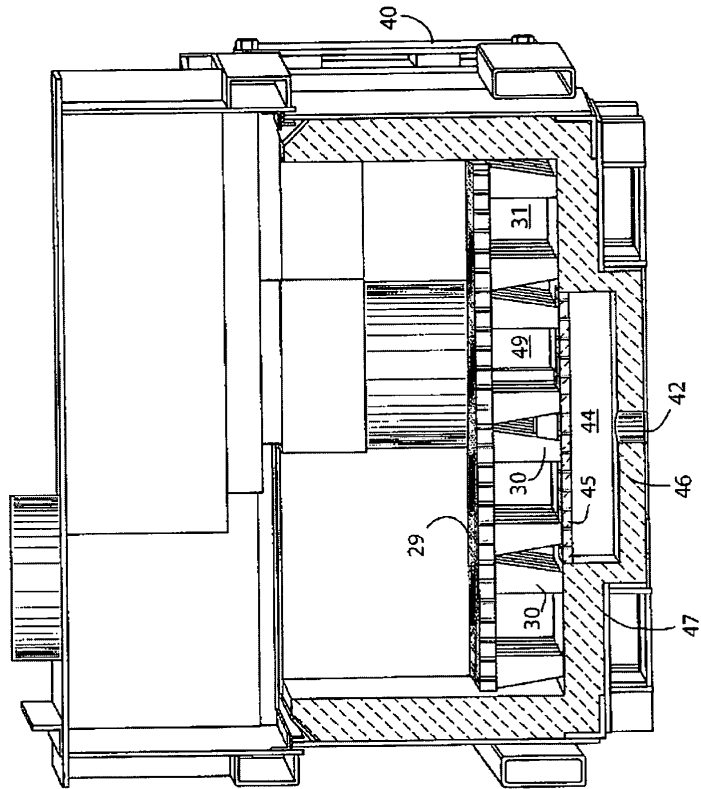
ФИГ. 2

3



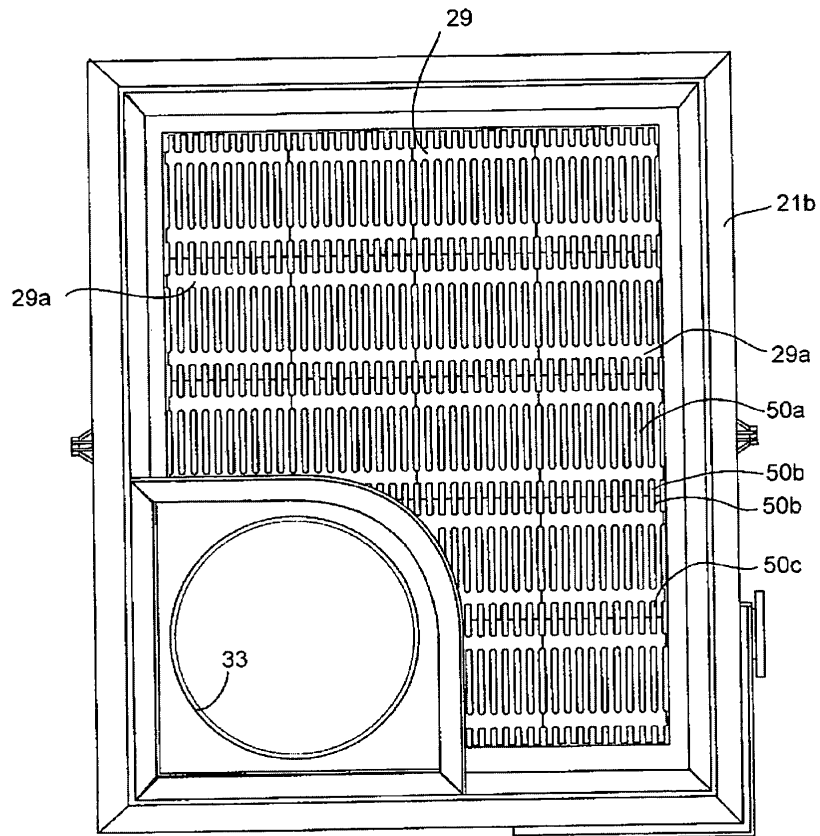
ФИГ. 3

4



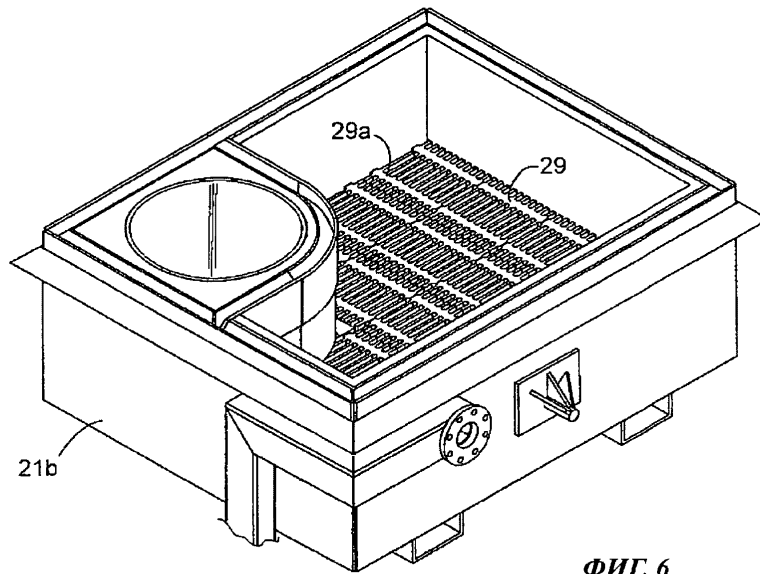
ФИГ. 4

5

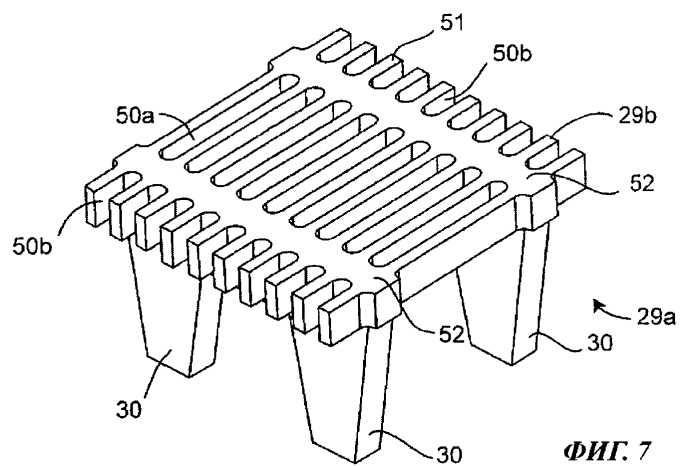


ФИГ. 5

6

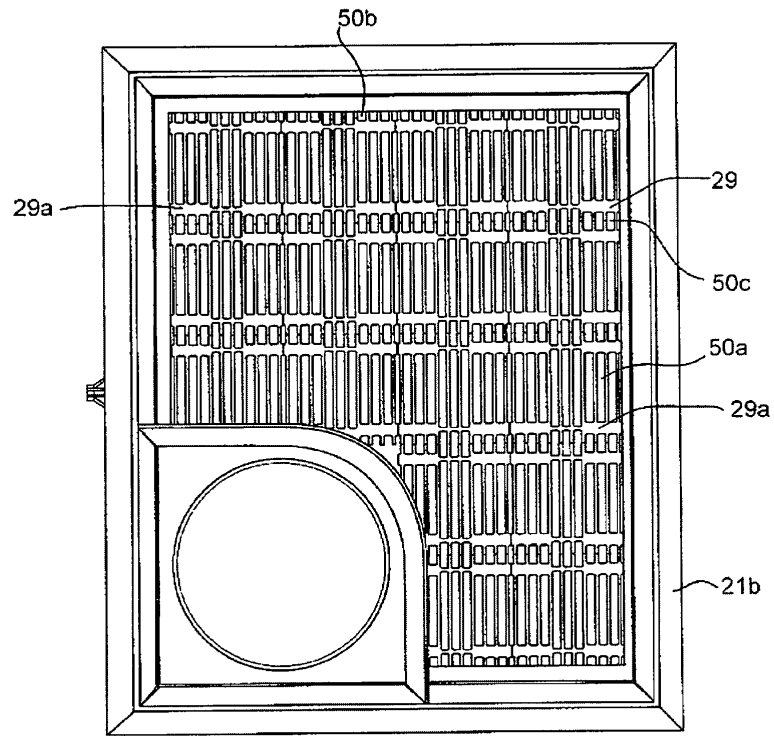


ФИГ. 6

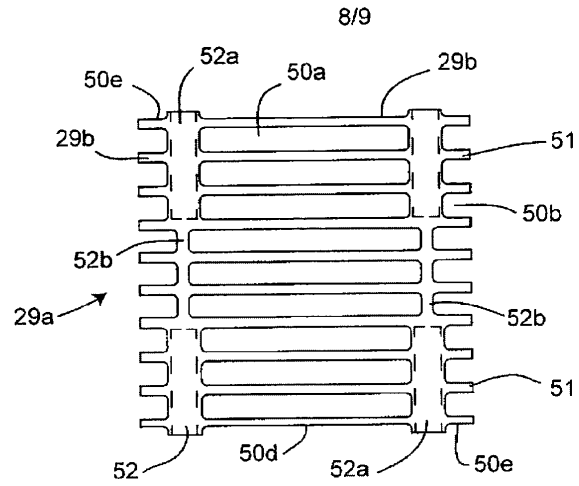


ФИГ. 7

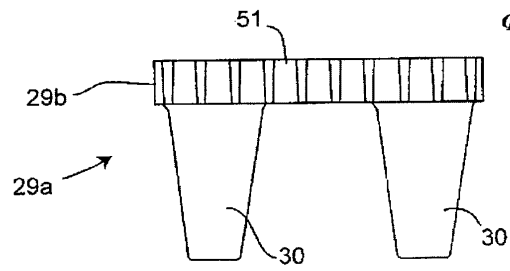
7



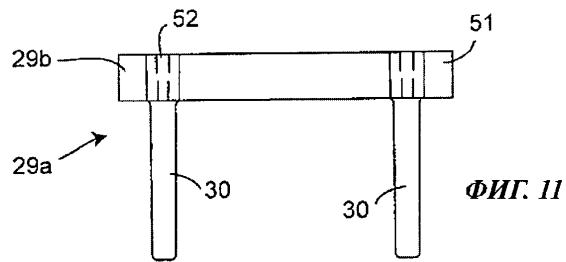
ФИГ. 8



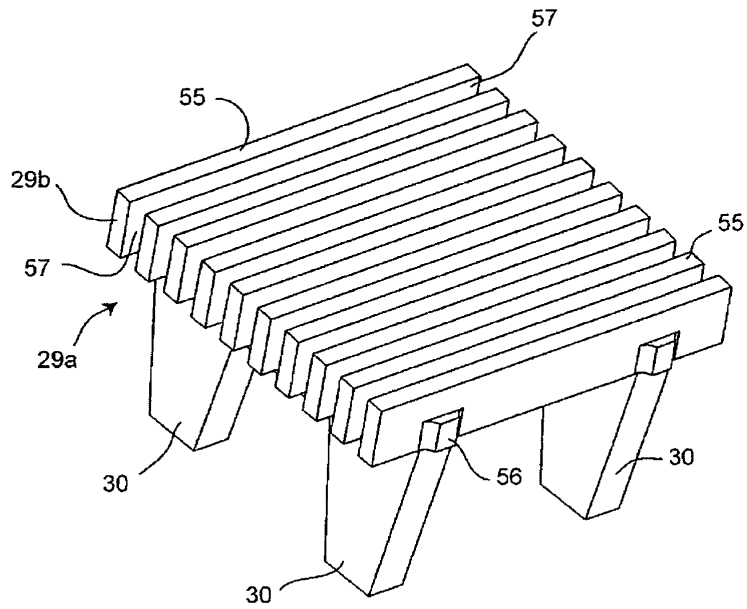
ФИГ. 9



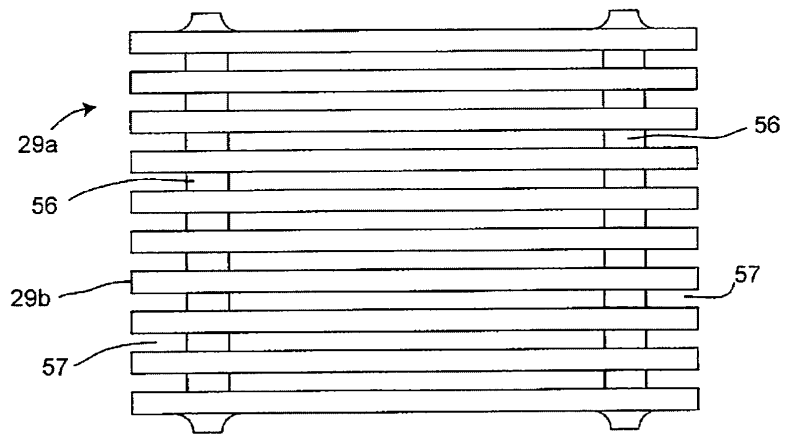
ФИГ. 10



ФИГ. 11



ФИГ. 12



ФИГ. 13