

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **021028**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2015.03.31

(21) Номер заявки
201290249

(22) Дата подачи заявки
2010.10.29

(51) Int. Cl. **F23L 7/00** (2006.01)
F23D 1/00 (2006.01)
F23M 5/02 (2006.01)

(54) ГОРЕЛКА ДЛЯ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА

(31) **09174622.2**(32) **2009.10.30**(33) **EP**(43) **2012.09.28**(86) **PCT/EP2010/066499**(87) **WO 2011/051463 2011.05.05**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**Л'ЭР ЛИКИД СОСЬЕТЕ
АНОНИМ ПУР Л'ЭТЮД Э
Л'ЭКСПЛУАТАСЬОН ДЕ ПРОСЕДЕ
ЖОРЖ КЛОД (FR)**

(72) Изобретатель:
**Беласс Бренис, Мюлон Жак, Панье
Фостин, Побель Ксавье, Тснава Реми
(FR)**

(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)

(56) WO-A1-2006032961
US-A1-2004261671
US-A-4389243
WO-A2-2006078543
FR-A1-2535018

(57) Горелка для топлива в виде частиц, перемещаемого транспортным газом, содержащая блок (100) горелки и форсуночный узел (200), при этом форсуночный узел (200), по меньшей мере, частично окружен форсуночным каналом (130) в блоке горелки, при этом форсуночный узел содержит внутреннюю трубу (210) подачи кислорода, окружающую топливную форсунку, которая в свою очередь окружает кислородную форсунку (230), при этом каждый из них имеет выходные концы (211, 221, 231) на стороне выхода канала, при этом внутренняя труба (210) подачи кислорода имеет боковую поверхность, на которой установлено множество боковых сопел (212) для первичного кислорода для подачи боковых струй первичного кислорода в топливную форсунку, при этом ориентация подачи проходит в одном направлении вращения вокруг продольного направления и которая направлена к выходному концу топливной форсунки, при этом боковые сопла для первичного кислорода расположены на множестве разных расстояний от выходного конца (221) топливной форсунки.

B1**021028****021028****B1**

Настоящее изобретение относится к области сжигания топлива в виде частиц, такого как измельченный уголь или угольная пыль и, более конкретно, к области обогащения кислородом транспортного газа для такого топлива в виде частиц.

Для повышения КПД процесса горения и/или ограничения выброса окислов азота предлагалось обогащение кислородом.

Обогащение кислородом потока газообразного топлива успешно применялось во множестве промышленных технологических процессов, таких как стекловарение, в печах для обжига извести и цемента, при производстве стали и во многих других.

С другой стороны, уголь является наиболее распространенным ископаемым топливом, из доступных в настоящее время, и большая часть электроэнергии в мире производится путем сжигания угля.

При использовании частиц твердого топлива часто требуется транспортный газ для транспортировки частиц твердого топлива от хранилища или мельницы (например, пылеугольной мельницы) к горелке.

По сравнению с обогащением кислородом потоков газообразного топлива обогащение кислородом потока, нагруженного частицами, например, потока угольной пыли в воздухе, создает дополнительные трудности. Эти трудности возникают из-за множества факторов, описанных ниже.

Во-первых, обогащение кислородом такого потока, нагруженного частицами, создает воспламеняемый или более легко воспламеняемый поток внутри горелки, которая требует весьма осторожного обращения, чтобы не допустить преждевременного воспламенения, взрыва или других вредных эффектов.

Во-вторых, угольная пыль обычно имеет неравномерное распределение размеров частиц. Большинство угольных электростанций используют фракцию, размер частиц которых составляет 75-120 мкм. Под действием силы тяжести траектории частиц угля в потоке, нагруженном частицами, отклоняются от направлений течения газа. Более крупные частицы больше отклоняются, тогда как мелкие частицы в большей степени повторяют направление потока газа. Кроме того, на изгибах транспортных трубопроводов наблюдают явление, именуемое "феномен сепарации частиц". В результате загрузка частицами является неравномерной по сечению трубопровода и частицы даже могут оседать и накапливаться в определенных точках трубопровода.

Из WO-A-2006032961 известна система улучшения сжигания смеси не газообразного топлива и транспортного газа, содержащая 1) источник смеси не газообразного топлива, в частности, твердого топлива и транспортного газа, 2) источник кислорода, 3) горелку, оперативно связанную с камерой сгорания, 4) топливопровод, сообщающийся с источником смеси не газообразного топлива и транспортного газа, 5) трубчатое кислородное копьё, сообщаемое с источником кислорода, и 6) по меньшей мере первый и второй нагнетательные элементы, сообщаемые с источником кислорода.

Топливопровод этой системы содержит участок, который проходит вдоль оси в сторону горелки.

Эти, по меньшей мере, первый и второй нагнетательные элементы выполнены с возможностью нагнетать и перемешивать кислород в поток смеси перед горелкой или в горелке. По меньшей мере один из первого и второго нагнетательных элементов получает кислород от копы. Кроме того, первый и второй нагнетательные элементы разнесены друг от друга.

Используя описанную выше систему сначала позволяют смеси не газообразного топлива и транспортного газа течь в топливопровод. Затем через первое и второе нагнетательные устройства подают кислород так, что кислород и смесь не газообразного топлива и транспортного газа перемешиваются. Затем смешанные таким образом кислород, не газообразное топливо и транспортный газ сжигают в камере сгорания.

Несмотря на то, что принципы системы, описанной в WO-A-2006032961, обеспечивают улучшенное перемешивание кислорода, нагнетаемого в поток смеси не газообразного топлива и транспортного газа, что в свою очередь ведет к улучшению сгорания, практическая реализация такой системы в промышленной среде встретила с рядом трудностей, связанных с проблемами, присущими сгоранию твердого топлива.

Действительно, ассортимент топлива в виде частиц для промышленного применения весьма широк. Даже для конкретного типа топлива в виде частиц, такого как угольная пыль, такие параметры как средний размер частиц, распределение размеров частиц, состав, влажность, содержание летучих веществ, содержание связанного азота и т.д., могут весьма отличаться от партии к партии и каждый из этих параметров оказывает влияние на поведение твердого топлива в процессе сгорания.

Основным недостатком системы, известной из WO-A-2006032961, является отсутствие гибкости. Действительно, необходимо проектировать и производить разные системы, оптимизированные под каждый вид топлива в виде частиц. Это существенно повышает стоимость системы и не позволяет использовать систему для сжигания топлива в виде частиц с другим размером частиц и другого состава.

Еще одним недостатком системы, известной из WO-A-2006032961, является относительно высокая стоимость технического обслуживания. Действительно, нагруженные частицами потоки, такие как потоки угольной пыли/воздуха, являются высокоабразивными, и подвергают любые элементы, такие как кислородные копы и форсунки, выступающие в нагруженный частицами поток, существенному износу, что в итоге приводит к неправильному функционированию и возникновению существенного риска преждевременного воспламенения и взрыва. Чтобы это предотвратить, в системе, известной из WO-A-

2006032961, необходимо регулярно заменять, по меньшей мере, всю структуру обогащения кислородом, которая присутствует внутри топливопровода и которая, следовательно, подвержена истиранию.

Задачей настоящего изобретения является создание улучшенной горелки, пригодной для практической реализации в промышленной среде, работающей по принципу нагнетания кислорода в смесь транспортного газа и топлива в виде частиц во множестве разнесенных друг от друга точках перед камерой сгорания.

Согласно настоящему изобретению предлагается горелка, содержащая блок горелки и форсуночный узел.

Блок горелки, который обычно изготавливают из керамического огнеупорного материала, имеет входную грань и выходную грань. Сквозь блок горелки в продольном направлении (далее, именуемом D1) проходит форсуночный канал, от входного отверстия во входной грани до выходного отверстия в выходной грани.

Форсуночный узел обычно изготавливают из металла, обладающего соответствующими свойствами жаропрочности и стойкости к коррозии, и этот узел по меньшей мере частично окружен форсуночным каналом. Форсуночный узел содержит внутреннюю трубу подачи кислорода, топливную форсунку и кислородную форсунку, каждая из которых имеет выходной конец, расположенный на стороне выходного отверстия канала.

Топливная форсунка на выходном конце имеет подающее сопло для подачи топлива в виде частиц, приводимого в движение транспортным газом, в сторону выходного отверстия канала. Топливная форсунка далее окружает внутреннюю трубу подачи кислорода рядом с ее выходным концом.

Кислородная форсунка окружает топливную форсунку рядом с ее (т.е., кислородной форсунки) выходным концом или, другими словами, выходной конец кислородной форсунки окружает топливную форсунку. Кислородная форсунка также имеет сопло подачи кислорода на выходном конце для подачи вторичного кислорода вокруг топливной форсунки и в сторону выходного отверстия канала.

Внутренняя труба подачи кислорода имеет боковую поверхность, на которой установлено множество сопел для первичного кислорода. Эти боковые сопла для первичного кислорода предназначены для подачи боковых струй первичного кислорода в топливную форсунку, которая, как указано выше, окружает внутреннюю трубу подачи кислорода рядом с ее выходным концом. Боковые сопла для первичного кислорода расположены на множестве различных расстояний от выходного конца топливной форсунки и эти расстояния измеряют в вышеуказанном продольном направлении D1. Боковые сопла первичного кислорода имеют нагнетательные отверстия, ориентированные для подачи этих боковых струй первичного кислорода с ориентацией подачи следующей в одном и том же направлении вращения (т.е., по часовой стрелке или против часовой стрелки) вокруг продольного направления D1, кроме того, эта ориентация направлена к выходному концу топливной форсунки, т.е., к выходному отверстию форсуночного канала.

Боковые сопла для первичного кислорода преимущественно имеют нагнетательное отверстие, ориентированное для подачи боковой струи первичного кислорода в ориентации, по существу, тангенциальной к боковой поверхности внутренней трубы подачи кислорода. В частности, нагнетательное отверстие боковых сопел для первичного кислорода может быть полезно ориентировано для подачи боковой струи первичного кислорода с такой ориентацией подачи, которая образует угол α от 20 до 70° продольному направлению D1. Боковые сопла для подачи первичного кислорода предпочтительно ориентированы так, чтобы указанный угол α к продольному направлению D1 соответствовал или был близок заранее определенному углу θ (т.е., углу θ определенной величины), чтобы угол α входил в диапазон $[\theta-10^\circ, \theta+10^\circ]$.

Горелка по настоящему изобретению преимущественно содержит средство для монтажа внутренней трубы подачи кислорода в топливной форсунке и для извлечения внутренней трубы подачи кислорода из топливной форсунки, предпочтительно для монтажа и снятия внутренней трубы подачи кислорода на стороне входной грани блока, т.е., на так называемой "холодной стороне" блока.

Труба подачи топлива горелки подает топливо в виде частиц, приводимое в движение транспортным газом, в топливную форсунку.

Эта труба подачи топлива, по существу, образует или определяет колено или изогнутый участок перед топливной форсункой. В этом случае горелка предпочтительно содержит ответвление трубы, находящееся на одной линии с топливной форсункой и установленное на трубе подачи топлива на этом колене. Таким образом, внутреннюю трубу подачи кислорода можно установить в топливную форсунку и извлечь из топливной форсунки через это ответвление.

Горелка преимущественно оборудована средством для монтажа боковых сопел для первичного кислорода на боковую поверхность внутренней трубы подачи кислорода и для снятия боковых сопел первичного кислорода с боковой поверхности внутренней трубы подачи кислорода. Такое средство типично является отверстиями или перфорациями в боковой стенке внутренней трубы подачи кислорода, в которые можно вставить боковые сопла для первичного кислорода в нужной ориентации. Количество отверстий может превышать количество боковых сопел первичного кислорода, и в этом случае отверстия без сопел блокируются, например, съемной пробкой, так, что такая съемная пробка преимущественно расположена, по существу, заподлицо с боковой поверхностью внутренней трубы подачи кислорода. Средство

для монтажа боковых сопел для первичного кислорода на боковой поверхности внутренней трубы подачи кислорода преимущественно содержит запирающий механизм для запираания боковых сопел для первичного кислорода на боковой поверхности внутренней трубы подачи кислорода с заранее определенной ориентацией нагнетательного отверстия, например, путем ввинчивания или защелкивания сопел в эти отверстия, благодаря чему принимающая сопло часть отверстия и часть сопла, входящая в отверстие, имеют ответную форму.

Боковые сопла для первичного кислорода могут быть установлены под множеством разных радиальных углов вокруг боковой поверхности внутренней трубы подачи кислорода.

Согласно особенно преимущественному варианту настоящего изобретения внутренняя труба подачи кислорода далее содержит концевое сопло для первичного кислорода, расположенное на выходном конце, через которое также можно нагнетать кислород. Концевое сопло для первичного кислорода в частности может быть выполнено с возможностью нагнетания первичного кислорода в сторону выходного отверстия канала в продольном направлении D1. Было обнаружено, что дополнительное нагнетание первичного кислорода в продольном направлении D1 может улучшить стабильность и предотвращать срыв пламени. Согласно особенно полезному варианту внутренняя труба подачи кислорода содержит центральное копьё и окружающий кольцевой канал. Центральное копьё заканчивается в концевом сопле первичного кислорода, с которым оно соединено по текучей среде. Окружающий кольцевой канал расположен между боковой поверхностью внутренней трубы подачи кислорода и центральным копьём и соединен по текучей среде с боковыми соплами для первичного кислорода. Для распределения первичного кислорода между центральным копьём/концевым соплом для первичного кислорода с одной стороны, и окружающим кольцевым каналом/боковыми соплами для первичного кислорода с другой стороны, горелка предпочтительно содержит распределитель кислорода, и этот распределитель кислорода отдельно соединен по текучей среде с центральным копьём и с окружающим кольцевым каналом. Распределитель кислорода содержит средство для соединения с источником кислорода. Распределитель кислорода далее выполнен с возможностью управлять отношением между потоком первичного кислорода в центральном копьё и в окружающем кольцевом канале.

В топливной форсунке может быть установлен завихритель, типично на топливной форсунке или рядом с ней, и который предпочтительно установлен вокруг внутренней трубы подачи кислорода. Такие завихрители известны и используются для создания турбулентности в текучей среде, в данном случае в транспортном газе, нагруженном топливом в виде частиц. Когда завихритель соответствует устройству, на которое воздействует топливо в виде частиц, приводимое в движение транспортным газом, горелка предпочтительно выполнена с возможностью установки завихрителя в топливную форсунку и извлечения завихрителя из топливной форсунки вместе с внутренней трубой подачи кислорода или после того, как внутренняя труба подачи кислорода будет извлечена из топливной форсунки.

Согласно одному варианту настоящего изобретения форсуночный канал расширяется после выходных концов, соответственно, внутренней трубы подачи кислорода, топливной форсунки и форсунки вторичного кислорода. Таким образом, в форсуночном канале рядом с выходом канала образуется расширенный участок предкамерного сгорания. Улучшается стабильность пламени и/или предотвращается срыв пламени. Отношение между длиной (в продольном направлении D1) и диаметром участка предкамерного сгорания предпочтительно составляет от 0,6 до 1,0, предпочтительно от 0,7 до 0,9. Когда горелка содержит более широкий участок предкамерного сгорания, выходные концы внутренней трубы подачи кислорода и топливной форсунки предпочтительно расположены перед выходом канала в начале расширенного участка предкамерного сгорания, или рядом с этим участком предкамерного сгорания и перед ним. Выходной конец кислородной форсунки также может быть расположен в этой точке, но его полезно размещать на большем расстоянии от выхода форсуночного канала.

Такой же или подобный эффект повышения стабильности и предотвращения срыва пламени можно получить, установив горелку в стенке камеры сгорания или печи так, чтобы внешняя грань блока горелки была углублена относительно поверхности этой стенки, обращенной к зоне сгорания этой камеры или печи, создавая тем самым более широкий предкамерный участок между внешней гранью блока горелки и поверхностью стенки. Как пояснялось выше, отношение между длиной и диаметром участка предкамерного сгорания предпочтительно составляет 0,6-1,0, предпочтительно 0,7-0,9.

Альтернативно форсуночный канал может быть, по существу, цилиндрическим, и в этом случае выходные концы внутренней трубы подачи кислорода, топливной форсунки и кислородной форсунки преимущественно расположены перед выходом канала.

Как уже было указано выше, выходной конец кислородной форсунки может находиться выше по потоку относительно выходного конца топливной форсунки.

Настоящее изобретение также относится к печи, имеющей стенки, образующие камеру сгорания и в которой установлена по меньшей мере одна горелка по любому из описанных выше вариантов, смонтированная в стенке печи так, что выходная грань блока горелки обращена к камере сгорания и так, что входная грань блока горелки доступна снаружи камеры сгорания.

Как было описано выше, согласно одному варианту такой печи по меньшей мере одна горелка установлена в стенке печи так, что внешняя грань блока горелки углублена относительно поверхности этой

стенки, обращенной к камере сгорания, создавая тем самым более широкий участок предкамерного сгорания между выходной гранью блока горелки и поверхностью стенки. Отношение между длиной и диаметром участка предкамерного сгорания предпочтительно составляет 0,6-1,0, предпочтительно 0,7-0,9.

Настоящее изобретение относится, в частности, к туннельным обжиговым печам, котлам, вращающимся обжиговым печам и к топкам и туннельным печам.

Настоящее изобретение далее относится к использованию горелки по любому из описанных выше вариантов для сжигания частиц твердого топлива в зоне горения печи для получения теплоты. Конкретным твердым топливом предпочтительно является угольная пыль, но в качестве твердого топлива можно использовать другое топливо в виде частиц, такое как нефтяной кокс, частицы биомассы и пр.

Настоящее изобретение может, в частности, преимущественно использоваться в печи для производства связующего, твердеющего при смачивании, такого как цемент, известь или гипс.

Первичный кислород преимущественно имеет содержание кислорода по меньшей мере 75 об.%, предпочтительно по меньшей мере 85 об.% и более предпочтительно по меньшей мере 90 об.%. Вторичным кислородом может быть воздух, но предпочтительно с более высоким содержанием кислорода, как указано выше для первичного кислорода.

Настоящее изобретение и его преимущества будут более понятны из нижеследующего описания примеров конкретных вариантов со ссылками на приложенные чертежи.

Краткое описание чертежей

Фиг. 1 - схематический вид в перспективе варианта горелки согласно настоящему изобретению.

Фиг. 2 - схематический вид сбоку горелки по фиг. 1.

Фиг. 3 - схематическое сечение в плоскости А-А горелки по фиг. 1 и 2.

Фиг. 4 - схематическое сечение в плоскости А-А внутренней трубы подачи кислорода указанной горелки.

Фиг. 5 - схематический вид спереди горелки по фиг. 1 и 2.

Фиг. 6 - схематический вид в перспективе бокового сопла для первичного кислорода.

Фиг. 7 - схематическое сечение выходного конца альтернативного варианта горелки по настоящему изобретению.

Подробное описание изобретения

Показанные на чертежах горелки по настоящему изобретению имеют блок 100 горелки (горелочный камень 100) и форсуночный узел 200.

Блок 100 горелки имеет входную грань 110 и выходную грань 120. Блок далее содержит форсуночный канал 130, проходящий сквозь блок от входной грани 110 до выходной грани 120.

Форсуночный канал 130 имеет вход 131 канала во входной грани 110 и выход 132 канала в выходной грани 120.

При эксплуатации блок 100 горелки устанавливают или встраивают в стенки камеры сгорания так, чтобы выходная грань 120 была обращена к зоне горения внутри камеры сгорания, а входная грань 110 была обращена наружу относительно печи и была, по существу, доступна снаружи камеры сгорания для управления горелкой, ее технического обслуживания и ремонта.

Блок 100 горелки, по существу, выполнен из огнеупорных материалов, в частности, из керамических огнеупорных материалов.

В варианте, показанном на фиг. 1-5, форсуночный канал 130 содержит более широкий участок 135 предкамерного сгорания, расположенный рядом с выходом 132 канала. В варианте, показанном на фиг. 7, с другой стороны, форсуночный канал 130 имеет, по существу, постоянный диаметр и не содержит расширенного участка предкамерного сгорания.

На практике особенно хорошая стабильность пламени и предотвращение срыва пламени были достигнуты с участками предкамерного сгорания, в которых отношение длины к диаметру составляло от 0,6 до 1,0, более конкретно, от 0,7 до 0,9. Длина участка предкамерного сгорания преимущественно составляла от 8 до 14 см, более предпочтительно от 9 до 12 см.

В варианте по фиг. 1-4 блок 100 горелки является узлом, состоящим из двух частей 136 и 137, выполненных из огнеупорного материала. Входная грань 110 содержит множество фасеток 110a, 110b и 110c. Длина участка предкамерного сжигания (в продольном направлении D1) определяется относительным положением двух частей 136 и 137 из огнеупорного материала. В варианте по фиг. 7 блок горелки выполнен интегрально из единого куска огнеупорного материала. Входная грань 110 является плоской поверхностью.

Форсуночный узел 200 содержит внутреннюю трубу 210 подачи кислорода, топливную форсунку 220 и кислородную форсунку 230.

Все выходные концы 211, 221 и 231 соответственно внутренней трубы 210 подачи кислорода, топливной форсунки 220 и кислородной форсунки 230 расположены в форсуночном канале 130 блока 100 горелки. Топливная форсунка 220 имеет подающее сопло 222 для топлива, расположенное на его выходном конце 221 и окружающее внутреннюю трубу 210 подачи кислорода, по меньшей мере, рядом с выходным концом 211 этой внутренней трубы подачи кислорода, чтобы создавать поток топлива в виде частиц, приводимого в движение транспортным газом, вокруг внутренней трубы 210 подачи кислорода и

направленный к выходу 132 канала для подачи из него в зону горения.

В показанных вариантах подающее сопло 222 для топлива является отдельной деталью, установленной на выходном конце 221 топливной форсунки 220.

На топливной форсунке 220 рядом с ее выходным концом 221 установлен завихритель 229. Этот завихритель 229 окружает внутреннюю трубу 210 подачи кислорода.

Кислородная форсунка 230 на своем выходном конце 231 имеет сопло 232 подачи для вторичного кислорода. Кислородная форсунка 230 окружает топливную форсунку 220, по меньшей мере рядом с выходным концом 231 кислородной форсунки 230.

При эксплуатации кислородная форсунка 230, таким образом, создает поток вторичного кислорода вокруг топливной форсунки 220 и направленный к выходу 132 канала, для подачи из него в зону сгорания через более широкий участок 135 предкамерного сгорания форсуночного канала 132, когда такой более широкий участок присутствует.

В показанных вариантах сопло 232 для вторичного кислорода выполнено за одно целое с выходным концом 231 кислородной форсунки 230. В альтернативных вариантах может иметься отдельно сформированное сопло для вторичного кислорода, установленное на этом выходном конце 231.

В показанных вариантах выходной конец 231 кислородной форсунки 230 расположен дальше от выхода 132 канала, чем выходной конец 211 и 221, соответственно, внутренней трубы 210 подачи кислорода и топливной форсунки 220.

Выходной конец 231 кислородной форсунки может быть расположен ближе к выходным концам 211 и 221, но, предпочтительно, не выступает за эти выходные концы 211 и 221.

В области своего выходного конца 211 внутренняя труба 210 подачи кислорода расположена в топливной форсунке 220 центрально.

На боковой поверхности внутренней трубы 210 подачи кислорода с помощью перфораций 215 в этой боковой поверхности установлено множество боковых сопел 212 для первичного кислорода. Эти боковые сопла для первичного кислорода и соответствующие перфорации 215 расположены на разных расстояниях от выходного конца 211 внутренней трубы 210 подачи кислорода.

При эксплуатации эти боковые сопла 212 для первичного кислорода впрыскивают кислород в тело топливной форсунки, тем самым постепенно обогащая транспортный газ, когда он перемещает топливо в виде частиц к соплу 222 топливной форсунки и к выходу 132 канала.

Боковые сопла 212 для первичного кислорода имеют подающее отверстие, ориентированное так, чтобы впрыскивать первичный кислород в топливную форсунку 220 в направлении к выходу 132 канала, по существу, тангенциальном относительно боковой поверхности внутренней трубы подачи кислорода, и образующим угол α с продольным направлением D1 форсуночного канала 130.

Следует понимать, что угол α соответствует начальному направлению боковой струи первичного кислорода, когда она выходит из отверстия форсунки и что затем:

(1) направление струи первичного кислорода изменяется под влиянием потока топлива в виде частиц, перемещаемого транспортным газом в топливной форсунке, и

(2) первичный кислород, поданный таким образом, быстро перемешивается с транспортным газом и обогащает его.

Конкретная ориентация подачи боковых подающих сопел 212 для первичного кислорода позволяет не только постепенно обогащать транспортный газ кислородом, но и делать это без существенного увеличения перепада давления на топливной форсунке 220 или даже без какого-либо дополнительного перепада давления на топливной форсунке 220, несмотря на то, что боковые сопла 212 для первичного кислорода выступают в траекторию топлива в виде частиц, приводимого в движение транспортным газом.

Ориентация подачи боковых сопел 212 для первичного кислорода далее предотвращает, ограничивает или удаляет любые существенные отложения топлива в виде частиц, которые могут возникать или возникли внутри топливной форсунки 220 и, таким образом, обеспечивают более однородное распределение топлива в виде частиц по сечению топливной форсунки 220. Предполагается, что выступание боковых форсунок 212 для первичного кислорода в траекторию движения топлива в виде частиц может фактически способствовать ограничению или предотвращению существенных отложений твердого топлива благодаря создаваемой ими турбулентности.

В приведенных примерах угол α для всех боковых подающих сопел для первичного кислорода одинаков.

В некоторых конкретных случаях может быть полезно создать разные углы α для разных боковых подающих сопел для первичного кислорода, чтобы получить лучшее, т.е. более однородное распределение топлива в виде частиц в топливной форсунке 220.

Продольный профиль постепенного обогащения кислородом транспортного газа по мере того, как он течет по топливной форсунке, определяется:

1) продольным положением боковых сопел 212 для первичного кислорода (расстоянием до выходного конца 211 внутренней трубы 210 подачи кислорода или расстоянием до выходного конца 221 топливной форсунки 220) и

2) подающим отверстием соответствующих боковых сопел 212 для первичного кислорода, сечение которого определяет долю первичного кислорода, подаваемого во внутреннюю трубу 210 подачи кислорода, которая впрыскивается через индивидуальные сопла 212 (меньшее отверстие ограничивают проходящий через него поток кислорода, по сравнению с более широким подающим отверстием).

Как показано на фиг. 3, 4 и 5, боковые сопла 212 для первичного кислорода и соответствующие перфорации также расположены в разных радиальных положениях (показанных на фиг. 4 как отсчитываемые по часовой стрелке углы $\theta_1=0^\circ$, $\theta_2=90^\circ$, $\theta_3=180^\circ$ и $\theta_4=270^\circ$ от направленной вверх вертикали). Радиальное положение бокового сопла 212 для первичного кислорода можно оптимизировать для предотвращения возникновения отложений твердого топлива и обогащенных топливом и обедненных топливом зон или коридоров в топливной форсунке 220, особенно на ее выходном конце.

Например, когда вероятность слеживания топлива в виде частиц высока, большее количество боковых сопел 212 для первичного кислорода можно расположить так, чтобы они впрыскивали струи первичного кислорода под внутреннюю трубу 210 подачи кислорода и, возможно, поперек вершины этой внутренней трубы подачи кислорода, где наиболее вероятны отложения топлива.

В показанных вариантах внутренняя труба 210 подачи кислорода далее содержит центральное кислородное копьё 213, которое заканчивается концевым соплом 216 для первичного кислорода. В показанных вариантах концевое сопло 216 центрального кислородного копьё 213 впрыскивает первичный кислород в продольном направлении D1 форсуночного канала в сторону выхода канала. На центральном кислородном копьё можно установить другие концевые сопла для подачи кислорода, возможно с другими ориентациями или конфигурациями подачи.

Между кислородным копьём и боковой поверхностью внутренней трубы 210 подачи кислорода сформирован кольцевой канал 214, окружающий центральное кислородное копьё 213, при этом боковые сопла 212 для первичного кислорода сообщаются с этим кольцевым каналом 214 через перфорации 215.

Топливная форсунка 220 сообщается с линией подачи топлива, содержащей колено 223, расположенное перед топливной форсункой 220. На линии подачи топлива на этом колене 223 установлена труба 224 ответвления, которая находится на одной линии с топливной форсункой 220.

Внутренняя труба 210 подачи кислорода выходит из трубы 224 ответвления и входит в топливную форсунку 220.

На входном конце внутренней трубы 210 подачи кислорода расположен распределитель 240 кислорода. Распределитель кислорода 240 содержит входную камеру 241 и две выходные камеры 242, 243. При эксплуатации входная камера 241 соединена с источником первичного кислорода через входное отверстие 246. Первая выходная камера 242 сообщается с окружающим кольцевым каналом 214 внутренней трубы 210 подачи кислорода. Вторая выходная камера 243 сообщается с центральным кислородным копьём 213. Входная камера 241 сообщается с первой выходной камерой 242 через первый канал 247. Входная камера 241 сообщается со второй выходной камерой 243 через второй канал 248. Распределитель 240 кислорода далее содержит первое и второе средство 247а и 248а для ограничения потока первичного кислорода соответственно через соответственно первый и второй каналы 247, 248 соответственно в первую и вторую выходные камеры 242 и 243 и, следовательно, для ограничения потока первичного кислорода соответственно, в окружающий кольцевой канал 214 и в центральное кислородное копьё 213. Ограничение потока кислорода в частности может осуществляться вручную или автоматически, путем ограничения свободной площади сечения соответственно первого и второго каналов. В особенно гибком из показанных вариантов используют первый винт 247а и второй винт 248а для соответственно первого и второго средства ограничения потока первичного кислорода. Альтернативные варианты содержат диафрагмы и другие регулируемые клапаны.

При эксплуатации кислород течет от источника первичного кислорода во входную камеру 241 распределителя 240 кислорода через входное отверстие 246. Этот поток первичного кислорода затем делится между первой и второй выходными камерами 242 и 243 в соотношении, определенном положением первого и второго средства ограничения потока первичного кислорода. Затем первичный кислород течет из первой выходной камеры 242 в центральное кислородное копьё 213 и затем в концевое сопло 216, а из второй выходной камеры 243 - в окружающий кольцевой канал 214 и затем в боковые сопла 212 для первичного кислорода.

Согласно альтернативному варианту (не показан) первая выходная камера (сообщающаяся с окружающим кольцевым каналом и, через этот канал, с боковыми соплами) также функционирует как входная камера, т.е. первичный кислород подается от источника первичного кислорода через вход в первую выпускную камеру. Эта первая выпускная камера сообщается со второй выпускной камерой (которая сообщается с внутренним кислородным копьём и, через внутреннее кислородное копьё, с продольным соплом) через соединительный канал. Распределитель кислорода далее содержит средство для ограничения потока первичного кислорода из первой выходной камеры (входной камеры) во вторую выходную камеру.

Отношение

(а) потока первичного кислорода, текущего из первой выходной камеры во вторую выходную камеру и, затем, в центральное кислородное копьё к

(b) потоку первичного кислорода, текущего из первой выходной камеры непосредственно в кольцевой канал и на боковые сопла в этом (не показанном) варианте определяется настройкой указанных ограничивающих средств. Этот конкретный вариант позволяет также использовать ограничивающие средства для подачи первичного кислорода только через боковые сопла для первичного кислорода (когда соединительный канал между двумя выходными камерами полностью закрыт).

Форсуночный узел установлен на входной грани 110 блока 100 горелки с помощью кронштейна (не показан) так, что часть форсуночного узла после этой входной грани расположена внутри форсуночного канала 130 в блоке. Внутренняя труба 210 подачи кислорода разъемно подсоединена к остальному форсуночному узлу 200 с помощью соединителя 260. Соединитель 260 легко доступен и расположен на "холодной" стороне горелки. Таким образом, внутреннюю трубу 210 подачи кислорода можно снять с топливной форсунки 220 для проверки и технического обслуживания или замены извне печи, т.е. извне зоны горения. Кроме того, это можно делать, не останавливая печь. Это особенно важно в печах, оснащенных большим количеством горелок, для которых техническое обслуживание требует больших затрат времени и для которых прерывание производства или остановка печи были бы экономически неприемлемыми.

Когда внутренняя труба 210 подачи кислорода таким способом извлечена из топливной форсунки 220, боковые сопла 212 для первичного кислорода (а также любые другие сопла или детали, имеющиеся на внутренней трубе подачи кислорода, например, концевое сопло 216) можно очистить или заменить на идентичное сопло (например, когда имеющееся сопло повреждено в результате абразивного эффекта топлива в виде частиц). Их можно также заменять на другие сопла (например, на сопла с другим подающим отверстием, чтобы изменить относительный поток первичного кислорода через боковое сопло в конкретном положении на боковой поверхности внутренней трубы подачи кислорода или на сопла с другим направлением подачи) или заменить имеющиеся сопла пробками, которые предпочтительно устанавливаются заподлицо с боковой поверхностью внутренней трубы 210 подачи кислорода, или наоборот.

Горелка по настоящему изобретения, таким образом, является весьма гибкой и может быть адаптирована к требованиям для сжигания разных видов топлива в виде частиц или твердого топлива разного качества (размер частиц, содержание летучих веществ и т.п.), а также к изменениям рабочих условий печи (общая или локальная потребность в энергии) путем изменения степени и профиля кислородного обогащения транспортного газа вдоль топливной форсунки, положения и ориентации боковых сопел 212 для первичного кислорода и т.д.

Основным преимуществом настоящего изобретения является его гибкость. Действительно, горелка по настоящему изобретению является хорошо адаптируемой. Горелка может использоваться в широком диапазоне мощностей, путем адаптации потоков топлива, приводимого в движение транспортным газом, и потоков первичного и вторичного кислорода. Горелку можно использовать с разными концентрациями топлива в виде частиц в транспортном газе. Более существенно, горелку по настоящему изобретению можно использовать для разных типов топлива в виде частиц, например, для топлива с разным средним размером частиц, топлива с разным распределением размеров частиц, и для химически или физически разных видов топлива в виде частиц, включая топливо с разным содержанием горючих летучих веществ или с разной зольностью, для топлива с разной степенью влажности, для угольной пыли, нефтяного кокса, измельченных отходов и пр.

Особое преимущество настоящего изобретения заключается в том, что одну горелку можно использовать для такого широкого диапазона параметров горения и типов топлива. Действительно, в горелках по настоящему изобретению расходами топлива в виде частиц, перемещаемого транспортным газом, первичного кислорода и вторичного кислорода можно управлять, тем самым регулируя, помимо прочего, степень кислородного обогащения в топливе в виде частиц, перемещаемом транспортным газом и, кроме того, профиль такого обогащения кислородом вдоль топливной форсунки можно регулировать простой заменой внутренней трубы подачи кислорода или изменением количества и/или положения и/или конструкции боковых сопел для первичного кислорода внутренней трубы подачи кислорода горелки.

Кроме того, настоящее изобретение позволяет принимать во внимание различные типы поведения захваченного топлива в виде частиц в транспортном газе (например, из-за разных размеров частиц или разных плотностей частиц). Таким образом, можно противодействовать осаждению или сепарации частиц, подобрав количество, положение, ориентацию подачи и т.д. боковых сопел для первичного кислорода.

Как еще одно в высшей степени релевантное преимущество настоящего изобретения следует указать легкость и дешевизну технического обслуживания.

Техническое обслуживание горелки является важным вопросом, в частности для горелок для топлива в виде частиц, что связано с абразивным эффектом, который частицы, перемещаемые газом, оказывают на форсунки. Износ, вызываемый такими частицами, в итоге может привести к прободению стенок форсунки и к последующему риску взрыва и т.п.

В варианте по настоящему изобретению, в котором внутреннюю трубу подачи кислорода можно извлечь из форсунки, тогда как остальная часть форсунки остается на месте в блоке горелки и, в частности, когда внутреннюю трубу подачи кислорода можно извлекать с "холодной" стороны входной грани блока, проверки состояния и технического обслуживание первичных подающих сопел, которые подвер-

жены особенно высокому риску коррозии, можно осуществлять легко и быстро и, при необходимости, внутреннюю трубу подачи кислорода можно заменять для поддержания безопасности работы.

Кроме того, в варианте настоящего изобретения, в котором боковые сопла для первичного кислорода можно снять с боковой поверхности внутренней трубы подачи кислорода для замены на другие боковые сопла для первичного кислорода или на пробки, в зависимости от обстоятельств, на практике нет необходимости даже заменять внутреннюю трубу подачи кислорода в случае повышенного риска эрозии. Вместо этого может быть достаточно просто заменить на имеющейся внутренней трубе подачи кислорода те боковые сопла для первичного кислорода, которые подверглись существенной эрозии, а затем обратно вставить внутреннюю трубу подачи кислорода в форсуночный канал, как описано выше.

Естественно, подобную процедуру можно выполнять для замены или изменения внутренней трубы подачи кислорода, чтобы адаптировать ее к изменениям параметров процесса сгорания и, в частности, когда изменяется транспортный газ, перемещающий топливо в виде частиц.

Для сжигания топлива в виде частиц температура в камере сгорания должна быть достаточно высокой, что обусловлено характером такого топлива. Таким образом, холодный розжиг печи на топливе в виде частиц невозможен.

Для того, чтобы устранить такое затруднение, твердотопливную горелку можно оснастить узлом вспомогательной форсунки, содержащим: (а) вспомогательную форсунку 240 для окислителя и (b) вспомогательную топливную форсунку 241, при этом вспомогательная топливная форсунка соединена с источником газообразного или жидкого топлива, предпочтительно, с источником газообразного топлива.

Блок 100 горелки может содержать канал 242 для вспомогательной форсунки, проходящий между входной гранью 110 и выходной гранью 120, и в котором установлен узел вспомогательной форсунки для подачи окислителя и жидкого и газообразного топлива в камеру сгорания для горения. Подходящее положение для выходного отверстия такого канала для вспомогательной форсунки показано на фиг. 7.

Во время холодного розжига печи горелка сначала работает, используя узел вспомогательной форсунки для сжигания газообразного или жидкого топлива, чтобы поднять температуру в печи. Когда температура в камере сгорания достигнет, по меньшей мере, минимальной температуры, необходимой для сгорания топлива в виде частиц, горелка начинает работать, используя форсуночный узел для топлива в виде частиц, чтобы сжигать это топливо, а узел вспомогательной форсунки отключается.

Хотя использование узла вспомогательной форсунки описано выше со ссылками на конкретную горелку по настоящему изобретению, такой узел вспомогательной форсунки может быть преимущественно встроен в другие горелки, работающие на топливе в виде частиц.

Пример.

В печи, содержащей камеру сгорания, определенную стенками печи, установлено несколько блоков горелок по настоящему изобретению так, чтобы выходная грань блоков горелок была обращена к камере сгорания и проходила заподлицо со стенкой печи, в которой этот блок установлен, и так, чтобы входная грань блока была обращена от камеры сгорания.

Кислородная форсунка и топливная форсунка установлены в форсуночном канале блока горелки, как описано выше. Кислородная форсунка соединена с источником кислорода, а топливная форсунка соединена с источником топлива в виде частиц, перемещаемого транспортным газом.

Боковые подающие сопла для первичного кислорода установлены на внутренней трубе подачи кислорода каждой из горелок в заранее определенном количестве, в заранее определенных осевых и радиальных положениях, вдоль внутренней трубы подачи кислорода с заранее определенной ориентацией подачи. Эти параметры можно определить предварительными тестами и/или моделированием.

Боковые подающие сопла для первичного кислорода установлены на внутренней трубе подачи кислорода в обработанных отверстиях или перфорациях в боковой стенке этой трубы. Любые такие отверстия, не занятые боковыми соплами для первичного кислорода, заблокированы обработанными так же пробками, расположенными заподлицо с боковой поверхностью трубы.

Внутренняя труба подачи кислорода затем устанавливается в топливную форсунку в форсуночном канале и соединяется с источником первичного кислорода.

Когда, как описано выше, внутренняя труба подачи кислорода содержит центральное кислородное копьё и кольцевой канал, окружающий это копьё, и центральное кислородное копьё, и кольцевой канал соединены с источником первичного кислорода.

При эксплуатации одно или более управляющее устройство регулирует соответствующие потоки топлива в виде частиц, перемещаемого транспортным газом, первичного кислорода и вторичного кислорода, идущие на горелку, благодаря чему управляющее средство может дополнительно регулировать поток первичного кислорода на соответственно центральное кислородное копьё и в окружающий его кольцевой канал.

Если температура внутри камеры сгорания достаточно высока, собранная горелка может быть немедленно использована для сжигания топлива в виде частиц, например, угольной пыли.

Однако, если горелка собрана в подготовке к холодному розжигу печи, камеру сгорания обычно сначала разогревают до достаточно высокой температуры одной или более газовой горелкой или горелкой, работающей на жидком топливе перед тем, как задействовать горелку для сжигания топлива в виде

частиц.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Горелка, содержащая блок (100) горелки и форсуночный узел (200), при этом блок (100) имеет входную грань (110) и выходную грань (120), и форсуночный канал (130), проходящий в продольном направлении (D1) от входа (131) канала во входной грани (110) к выходу (132) канала в выходной грани (120);

форсуночный узел (200), по меньшей мере, частично окруженный форсуночным каналом (130) и содержащий внутреннюю трубу (210) подачи кислорода, топливную форсунку (220) и кислородную форсунку (230), каждая из которых имеет выходной конец (211, 221, 231) со стороны выхода (132) канала, указанная топливная форсунка

на своем выходном конце (221) имеет сопло (222) для подачи твердого топлива в виде частиц, перемещаемого транспортным газом к выходу (132) канала, и

окружает внутреннюю трубу (210) подачи кислорода рядом с выходным концом (211) внутренней трубы подачи кислорода,

указанная кислородная форсунка (230)

на своем выходном конце (231) имеет сопло для подачи вторичного кислорода к выходу (132) канала и

окружает топливную форсунку (220) рядом с выходным концом (231) кислородной форсунки (230), при этом внутренняя труба (210) подачи кислорода имеет боковую поверхность, на которой установлено множество боковых сопел (212) для подачи боковых струй первичного кислорода в топливную форсунку (220), при этом эти боковые сопла (212) для первичного кислорода

расположены на множестве разных расстояний, измеренных в продольном направлении (D1) от выходного конца (221) топливной форсунки (220), и

имеют подающее отверстие, ориентированное для подачи указанных боковых струй первичного кислорода с ориентацией подачи следующей в одном и том же направлении вращения вокруг продольного направления D1 и которая направлена к выходному концу (221) топливной форсунки (220).

2. Горелка по п.1, в которой боковые сопла (212) для первичного кислорода имеют подающее отверстие, ориентированное для подачи боковой струи первичного кислорода с ориентацией подачи, по существу, тангенциальной к боковой поверхности внутренней трубы (210) подачи кислорода.

3. Горелка по любому из предшествующих пунктов, содержащая средство для установки внутренней трубы (210) для подачи кислорода в топливную форсунку (220) и для извлечения внутренней трубы (210) подачи кислорода из топливной форсунки (220).

4. Горелка по п.3, содержащая средство для установки внутренней трубы (210) подачи кислорода в топливную форсунку (220) и для извлечения внутренней трубы (210) подачи кислорода из топливной форсунки (220) со стороны входной грани (110) блока (100).

5. Горелка по п.4, дополнительно содержащая трубу подачи топлива для подачи топлива в виде частиц, перемещаемого транспортным газом, на топливную форсунку (220), при этом труба подачи топлива образует колено (223) перед топливной форсункой (220), при этом горелка содержит трубу (224) ответвления, расположенную на одной линии с топливной форсункой (220) и установленную на трубе подачи топлива на колене (223), через которую внутреннюю трубу (210) подачи кислорода можно устанавливать в топливную форсунку (220) и извлекать из топливной форсунки (220).

6. Горелка по любому из предшествующих пунктов, содержащая средство для установки боковых сопел (212) для первичного кислорода на боковой поверхности внутренней трубы (210) подачи кислорода и для снятия боковых сопел (212) для первичного кислорода с боковой поверхности внутренней трубы (210) подачи кислорода.

7. Горелка по любому из предшествующих пунктов, в которой боковые сопла (212) для первичного кислорода расположены под множеством разных радиальных углов (θ_1 , θ_2 , θ_3 , θ_4) вокруг боковой поверхности внутренней трубы (210) подачи кислорода.

8. Горелка по любому из предшествующих пунктов, в которой внутренняя труба (210) подачи кислорода дополнительно содержит концевое сопло (216) для первичного кислорода на ее выходном конце (211) для подачи первичного кислорода.

9. Горелка по п.8, в которой труба подачи кислорода содержит центральное копьё (213), заканчивающееся концевым соплом (216) для первичного кислорода, которое находится в соединении по текучей среде с центральным копьём (213), и

окружающий кольцевой канал (214) между боковой поверхностью внутренней трубы (210) подачи кислорода и центральным копьём (213), при этом окружающий кольцевой канал соединен по текучей среде с боковыми соплами (212) для первичного кислорода.

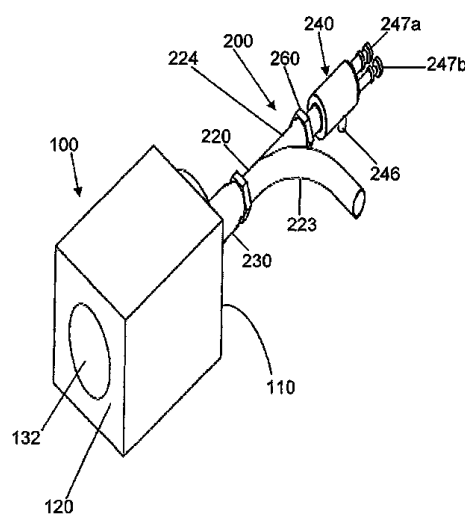
10. Горелка по п.9, дополнительно содержащая распределитель (240) кислорода, отдельно соединенный по текучей среде с центральным копьём (213) и с окружающим кольцевым каналом (214), при этом распределитель кислорода содержит средство для соединения распределителя (240) кислорода с

источником кислорода и выполнен с возможностью управлять отношением между потоком первичного кислорода в центральное копьё (213) и потоком первичного кислорода в окружающее кольцевое пространство (214).

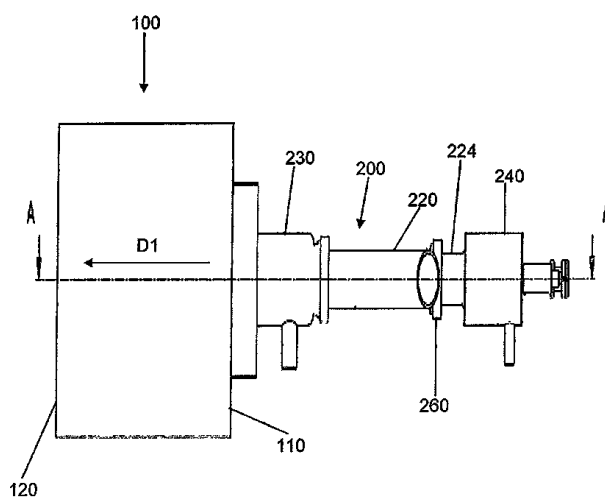
11. Горелка по любому из предшествующих пунктов, имеющая более широкий участок (135) предкамерного сгорания, расположенный в форсуночном канале (130) рядом с выходом (132) канала.

12. Печь, содержащая стенки, образующие камеру сгорания, по меньшей мере одну горелку по любому из пп.1-11, установленную в стенке печи так, что выходная грань (120) блока (100) горелки обращена к камере сгорания, и так, что входная грань (110) блока (100) горелки доступна снаружи камеры сгорания.

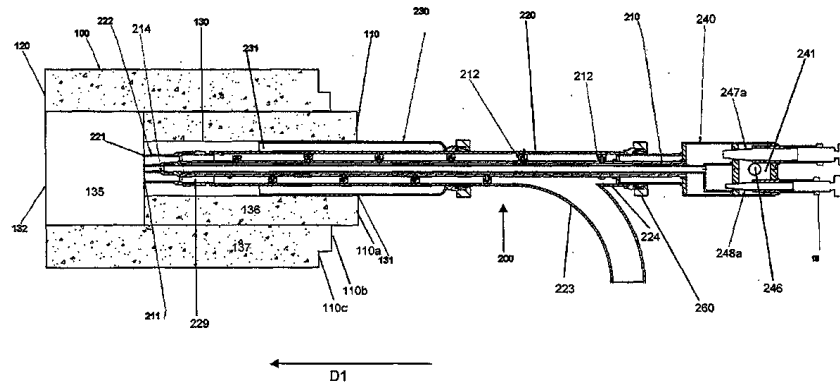
13. Печь, содержащая стенки, образующие камеру сгорания, по меньшей мере одну горелку по любому из пп.1-10, установленную в стенке печи так, что выходная грань (120) блока (100) горелки обращена к камере сгорания, и так, что входная грань (110) блока (100) горелки доступна снаружи камеры сгорания, причем по меньшей мере одна горелка установлена в указанной стенке печи так, что выходная грань (120) блока (100) горелки углублена относительно поверхности указанной стенки, обращенной к камере сгорания, тем самым образуя более широкий участок предкамерного сгорания между выходной гранью (120) блока (100) горелки и указанной поверхностью стенки.



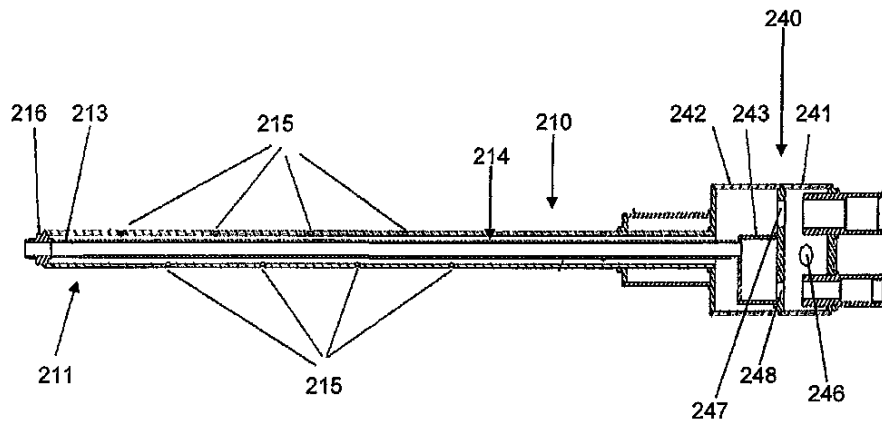
Фиг. 1



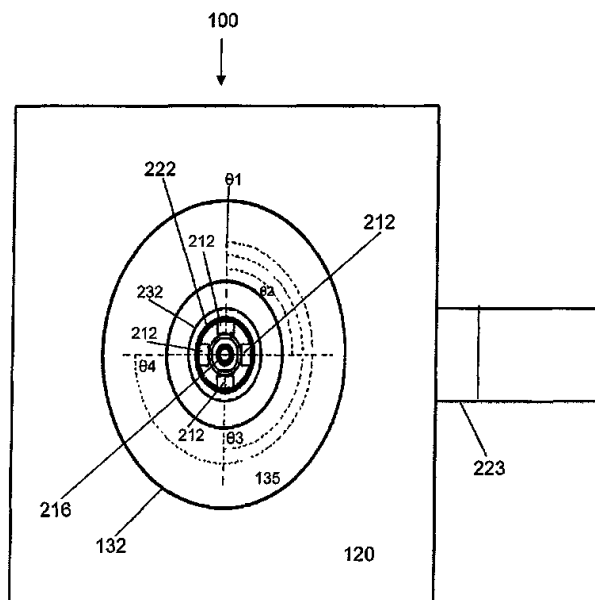
Фиг. 2



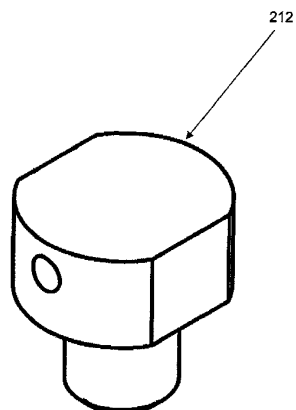
Фиг. 3



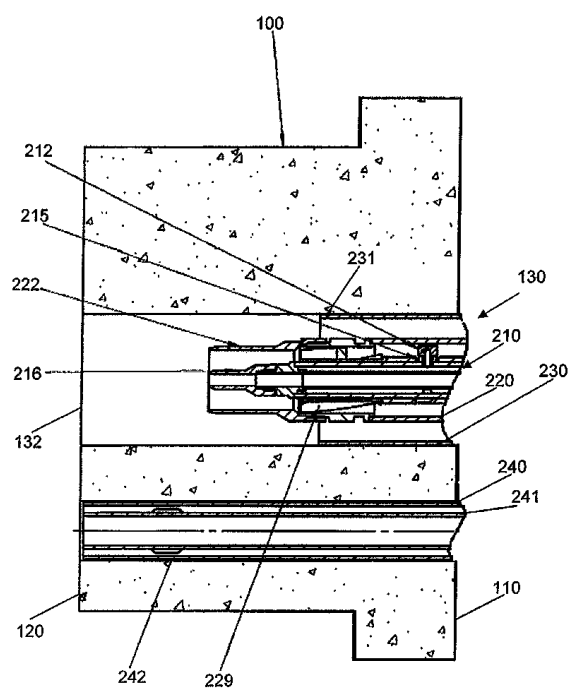
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2