

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(21) **202490663** (13) **A1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**(43) Дата публикации заявки  
2024.08.22(22) Дата подачи заявки  
2022.10.12(51) Int. Cl. *F23C 3/00* (2006.01)  
*F23C 5/08* (2006.01)  
*F23C 9/00* (2006.01)  
*F23L 7/00* (2006.01)  
*F23L 9/06* (2006.01)(54) **АППАРАТ ДЛЯ СЖИГАНИЯ, СИСТЕМА ДЛЯ СЖИГАНИЯ И СПОСОБ СЖИГАНИЯ**

(31) 202111186178.6

(32) 2021.10.12

(33) CN

(86) PCT/EP2022/078446

(87) WO 2023/062102 2023.04.20

(71) Заявитель:

**КОМБАСШН КОНСАЛТИНГ  
ИТАЛИ С.Р.Л. (IT)**

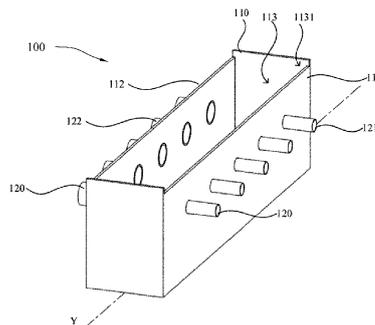
(72) Изобретатель:

**Буланов Олег (FR)**

(74) Представитель:

**Нилова М.И. (RU)**

(57) Аппарат (100) для сжигания содержит корпус (110) и инжекционные элементы (120). Корпус содержит нижнюю стенку и множество боковых стенок (112), которые охватыванием образуют камеру (113) сгорания, имеющую отверстие (1131) в верхней части. Инжекционные элементы расположены на двух боковых стенках, противоположных друг другу, и включают в себя по меньшей мере один первый инжектор и по меньшей мере один второй инжектор. Первый инжектор подает в камеру сгорания смесь, содержащую первую часть окислителя и горючий газ, причем объемное содержание в процентах горючего газа в смеси превышает верхний предел горения горючего газа. Второй инжектор подает вторую часть окислителя в камеру сгорания. Общее количество первой части окислителя и второй части окислителя, которые подают в камеру сгорания, достигает стехиометрического баланса с количеством горючего газа, подаваемого в камеру сгорания. Аппарат для сжигания выполнен с возможностью создания короткого пламени с высокой безопасностью и хорошей стабильностью.

**A1****202490663****202490663****A1**

## АППАРАТ ДЛЯ СЖИГАНИЯ, СИСТЕМА ДЛЯ СЖИГАНИЯ И СПОСОБ СЖИГАНИЯ

### Область техники

**[0001]** Настоящее раскрытие относится к технической области устройств для сжигания и, в частности, к аппарату для сжигания, системе для сжигания и способу сжигания.

### Уровень техники

**[0002]** В обычной печи горелка расположена над расплавом в печи и подает тепло в расплав и шихту способом радиационной теплопередачи, который характеризуется низкой эффективностью теплопередачи. Для повышения тепловой эффективности печи известно размещение горелки ниже верхней поверхности расплава, и она называется погружной горелкой для сжигания. В существующих погружных горелках для сжигания обычно используется диффузионное пламя или пламя горения предварительно подготовленной смеси. Погружная горелка для сжигания с использованием диффузионного пламени обычно содержит две концентрические трубы и сопло, при этом указанные две концентрические трубы включают в себя центральную трубу и наружную трубу, центральная труба подает горючий газ в сопло, кольцевое пространство между центральной трубой и наружной трубой используется для подачи кислорода в сопло, и горючий газ, выходящий из сопла, смешивается с кислородом в расплаве и затем сжигается. Погружная горелка для сжигания с использованием пламени горения предварительно подготовленной смеси обычно содержит полую трубу, две трубы для подачи газа и сопло, причем по одной из двух труб для подачи газа в полую трубу подается горючий газ, по другой трубе для подачи газа в полую трубу подается окислитель, и горючий газ и окислитель, подаваемые в полую трубу, смешиваются в полую трубу, а затем поступают в расплав через сопло для сжигания.

**[0003]** В погружной горелке для сжигания с использованием диффузионного пламени окислитель и горючий газ по отдельности поступают в зону горения, и создаваемое пламя более стабильно и безопасно, но оно слишком длинное, чтобы удовлетворять требованиям по нагреву печи с

относительно небольшим поперечным размером. В погружной горелке для сжигания с использованием пламени горения предварительно подготовленной смеси окислитель и горючий газ поступают в зону горения после смешивания в смесительном аппарате, и создаваемое пламя имеет меньшую длину и является более эффективным, но в случае предварительно подготовленной смеси существует предрасположенность к обратному ходу пламени и взрыву, вследствие чего необходимо использовать систему обратных клапанов точного пламени и систему защиты решетки пламени, что приводит к низкой безопасности.

### **Сущность изобретения**

**[0004]** Независимо от того, используется ли в погружной горелке для сжигания диффузионное пламя или пламя горения предварительно подготовленной смеси, сложно обеспечить стабильную работу горелок под расплавом из-за следующих проблем, которые могут возникнуть. Во-первых, пузырьки пламени, выходящие из горелки, будут создавать постоянно пульсирующее поле противодавления в расплаве над горелкой. Пламя горелки должно быть очень стабильным и не должно гаснуть при таких сильных возмущающих условиях. Во-вторых, жидкий расплав будет постоянно стремиться проникнуть в отверстия инжектора и закупорить их. В-третьих, расплав имеет тенденцию к затвердеванию вокруг инжекторов и, через некоторое время, полному их закупориванию.

**[0005]** Одной из целей настоящего раскрытия является создание аппарата для сжигания, системы для сжигания и способа сжигания для решения технической проблемы, существующей в уровне техники, которая заключается в том, что горелка не способна генерировать короткое пламя с высокой безопасностью и высокой стабильностью в присутствии расплава.

**[0006]** Для достижения вышеуказанной цели предложен аппарат для сжигания, описанный в прилагаемой формуле изобретения. Аппарат для сжигания содержит:

корпус, содержащий нижнюю стенку и множество боковых стенок, которые охватыванием образуют камеру сгорания, имеющую отверстие в верхней части; и

инжекционные элементы, расположенные на двух боковых стенках, противоположных друг другу, среди множества боковых стенок, и включающие в себя несколько первых инжекторов и несколько вторых инжекторов, причем первые инжекторы используют для подачи в камеру сгорания смеси горючего газа и первой части окислителя, содержащей горючий газ и первую часть окислителя, причем объемное содержание в процентах горючего газа в смеси горючего газа и первой части окислителя превышает верхний предел горения горючего газа, вторые инжекторы используют для подачи второй части окислителя в камеру сгорания, и общее количество первой части окислителя и второй части окислителя, которые поданы в камеру сгорания, достигает стехиометрического баланса с количеством горючего газа, подаваемого в камеру сгорания.

**[0007]** В качестве преимущества, внутренний угол между каждым из инжекционных элементов и нижней стенкой составляет от  $-40^\circ$  до  $40^\circ$ .

**[0008]** В качестве преимущества, инжекционные элементы установлены с возможностью отсоединения на соответствующих боковых стенках.

**[0009]** В качестве преимущества, текучая среда, впрыскиваемая каждым из инжекционных элементов, образует зону рециркуляции в камере сгорания, причем сечение камеры сгорания является многоугольным для поддержания зоны рециркуляции.

**[0010]** В качестве преимущества, указанное сечение камеры сгорания является прямоугольным, трапециевидным или шестиугольным.

**[0011]** В качестве преимущества, аппарат для сжигания дополнительно содержит смеситель, содержащий смесительную трубу и первую трубу подачи газа, причем впускное отверстие смесительной трубы используют для приема первого потока окислителя; смесительная труба внутри снабжена продольной перегородкой, которая разделяет внутреннюю полость смесительной трубы на первый проточный канал и второй проточный канал, причем поддерживается сообщение как впускного отверстия первого проточного канала, так и впускного отверстия с впускным отверстием смесительной трубы, выпускное отверстие первого проточного канала сообщается с первыми инжекторами, а выпускное

отверстие второго проточного канала сообщается со вторыми инжекторами; и первая труба подачи газа сообщается с первым проточным каналом и используется для подачи потока горючего газа в первый проточный канал.

**[0012]** В качестве преимущества, смеситель дополнительно содержит вторую трубу подачи газа; и вторая труба подачи газа сообщается со вторым проточным каналом и используется для подачи второго потока окислителя во второй проточный канал.

**[0013]** В качестве преимущества, смеситель дополнительно содержит узел прерывателя потока, обеспеченный в первом проточном канале и/или втором проточном канале.

**[0014]** В качестве преимущества, аппарат для сжигания дополнительно содержит первую распределительную камеру и вторую распределительную камеру, причем первый проточный канал сообщается с первыми инжекторами через первую распределительную камеру, а второй проточный канал сообщается со вторыми инжекторами через вторую распределительную камеру.

**[0015]** В качестве преимущества, аппарат для сжигания дополнительно содержит нагреватель, используемый для нагрева первой части окислителя и/или второй части окислителя.

**[0016]** В качестве преимущества, аппарат для сжигания дополнительно содержит охладитель, расположенный на наружной стороне корпуса и используемый для охлаждения корпуса и части каждого из инжекционных элементов, расположенных снаружи корпуса.

**[0017]** В качестве преимущества, внутренняя сторона корпуса имеет теплоизоляционное покрытие.

**[0018]** Для достижения вышеуказанных целей в настоящем раскрытии дополнительно предложена система для сжигания, содержащая систему распределительных труб и несколько аппаратов для сжигания, описанных выше, при этом система распределительных труб содержит несколько первых распределительных труб, соответственно, используемых для подачи смеси

горючего газа и первой части окислителя в несколько аппаратов для сжигания. В качестве альтернативы, система распределительных труб содержит вторую распределительную трубу и несколько третьих распределительных труб, причем вторая распределительная труба представляет собой переходную трубу, несколько третьих распределительных труб последовательно сообщаются со второй распределительной трубой в направлении потока газа второй распределительной трубой, и несколько третьих распределительных труб, соответственно, используются для подачи смеси горючего газа и первой части окислителя в несколько аппаратов для сжигания.

**[0019]** Для достижения вышеуказанных целей в настоящем раскрытии также предложен способ сжигания, применяемый в аппарате для сжигания, описанном выше, причем способ сжигания включает:

**[0020]** смешивание горючего газа с первой частью окислителя перед поступлением в камеру сгорания при предотвращении самовозгорания с получением смеси горючего газа и первой части окислителя, при этом объемное содержание в процентах горючего газа в смеси горючего газа и первой части окислителя превышает верхний предел горения горючего газа;

**[0021]** подачу смеси горючего газа и первой части окислителя в камеру сгорания посредством нескольких первых инжекторов; и

**[0022]** подачу второй части окислителя в камеру сгорания посредством нескольких вторых инжекторов, при этом общее количество первой части окислителя и второй части окислителя, которые подают в камеру сгорания, достигает стехиометрического баланса с количеством горючего газа, подаваемого в камеру сгорания.

**[0023]** Аппарат для сжигания, предложенный в настоящем раскрытии, имеет следующие положительные эффекты. По сравнению с предшествующим уровнем техники, аппарат для сжигания, предложенный в настоящем раскрытии, подает смесь горючего газа и первой части окислителя, содержащую первую часть окислителя и горючий газ, в камеру сгорания посредством нескольких первых инжекторов, и подает вторую часть окислителя в камеру сгорания посредством нескольких вторых инжекторов, что также позволяет обеспечить,

чтобы общее количество горючего газа, подаваемого в камеру сгорания, достигло стехиометрического баланса с общим количеством первой части окислителя и второй части окислителя, подаваемых в камеру сгорания, так что может быть получено пламя горения частично подготовленной смеси с небольшой длиной и высокой эффективностью, которое поступает в расплав через отверстие камеры сгорания и нагревает расплав. Кроме того, объемное содержание в процентах горючего газа в смеси горючего газа и первой части окислителя установлено выше верхнего предела горения горючего газа, что может предотвратить самовозгорание смеси горючего газа и первой части окислителя, тем самым значительно повышая безопасность горения. Кроме того, инжекционные элементы расположены на двух противоположных боковых стенках, так что потоки газа, выпускаемые из первых инжекторов и вторых инжекторов, образуют несколько зон рециркуляции, т. е. вихрей, в камере сгорания. Благодаря тому, что скорость газа в центре вихря почти равна нулю, в камере сгорания образуется несколько зон со стабильным пламенем горения, и эти зоны со стабильным пламенем горения используют для непрерывного воспламенения новой части смеси, образованной свежей смесью горючего газа и первой части окислителя и второй частью окислителя, которые подают в камеру сгорания, что значительно повышает стабильность горения. Кроме того, вихревые потоки в зонах рециркуляции могут дополнительно автоматически регулировать объем камеры сгорания, а некоторые частицы шихты, которые попадают в камеру сгорания через отверстие камеры сгорания, повторно выбрасываются из камеры сгорания. Когда мощность аппарата для сжигания является более высокой, сила вихревого потока больше, и из камеры сгорания выбрасывается больше шихты, и наоборот, так что объем камеры сгорания соответствует мощности аппарата сгорания, что дополнительно обеспечивает стабильность работы аппарата для сжигания и позволяет реализовать эффективное горение ниже горизонтальной плоскости расплава.

#### **Краткое описание чертежей**

**[0024]** Чтобы более четко проиллюстрировать технические решения в вариантах осуществления настоящего изобретения, ниже будут кратко описаны сопроводительные чертежи, требуемые в описании вариантов осуществления или предшествующего уровня техники. Очевидно, что на сопроводительных чертежах в нижеследующем описании показаны только некоторые варианты

осуществления настоящего изобретения, и специалист в данной области техники может дополнительно получить другие сопроводительные чертежи в соответствии с настоящими сопроводительными чертежами без затраты каких-либо творческих усилий.

**[0025]** На фиг. 1 представлена принципиальная структурная схема в перспективе аппарата для сжигания (горелки) согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

**[0026]** На фиг. 2 представлена принципиальная структурная схема вертикального сечения аппарата для сжигания согласно варианту осуществления настоящего изобретения во время работы аппарата для сжигания.

**[0027]** На фиг. 3 представлен схематический структурный вид спереди аппарата для сжигания согласно варианту осуществления настоящего изобретения, когда инжекционные элементы расположены в первом режиме.

**[0028]** На фиг. 4 представлен схематический структурный вид сверху аппарата для сжигания, показанного на фиг. 3.

**[0029]** На фиг. 5 представлен схематический структурный вид спереди аппарата для сжигания согласно варианту осуществления настоящего изобретения, когда инжекционные элементы расположены в другом режиме.

**[0030]** На фиг. 6 представлен схематический структурный вид сверху аппарата для сжигания, показанного на фиг. 5.

**[0031]** На фиг. 7 представлена первая принципиальная структурная схема вертикального сечения камеры сгорания аппарата для сжигания, предложенного в варианте осуществления настоящего изобретения, когда камера сгорания имеет прямоугольное сечение.

**[0032]** На фиг. 8 представлена вторая принципиальная структурная схема вертикального сечения камеры сгорания аппарата для сжигания согласно варианту осуществления настоящего изобретения, когда камера сгорания имеет прямоугольное сечение.

**[0033]** На фиг. 9 представлена принципиальная структурная схема вертикального сечения камеры сгорания аппарата для сжигания согласно варианту осуществления настоящего изобретения, когда камера сгорания имеет трапециевидное сечение.

**[0034]** На фиг. 10 представлена принципиальная структурная схема вертикального сечения камеры сгорания аппарата для сжигания согласно варианту осуществления настоящего изобретения, когда камера сгорания имеет шестиугольное сечение.

**[0035]** На фиг. 11 представлена принципиальная структурная схема поперечного сечения смесителя для аппарата для сжигания согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

**[0036]** На фиг. 12 представлена принципиальная структурная схема продольного сечения одностороннего проточного канала смесителя, показанного на фиг. 11.

**[0037]** На фиг. 13 представлена принципиальная структурная схема аппарата для сжигания согласно варианту осуществления настоящего изобретения, снабженного охладителем.

**[0038]** На фиг. 14 представлена принципиальная структурная схема системы для сжигания согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

**[0039]** На фиг. 15 представлена принципиальная структурная схема системы для сжигания в соответствии еще с одним вариантом осуществления настоящего изобретения.

**[0040]** На фиг. 16 представлена принципиальная структурная схема печи, содержащей аппарат для сжигания согласно настоящему изобретению.

**[0041]** Номера позиций на чертежах:

100 – аппарат для сжигания;

- 110 – корпус;
  - 111 – нижняя стенка;
  - 112 – боковая стенка;
  - 113 – камера сгорания;
    - 1131 – отверстие;
  - 114 – первая стенка;
  - 115 – вторая стенка;
- 120 – инжекционный элемент;
  - 1201 – продольная ось инжекционного элемента;
  - 121 – первый инжектор;
  - 122 – второй инжектор;
  - 123 – зона рециркуляции;
  - 124 – центр зоны рециркуляции;
  - 125 – частица расплава;
- 130 – смеситель;
  - 131 – смесительная труба;
    - 1311 – продольная перегородка;
    - 1312 – первый проточный канал;
    - 1313 – второй проточный канал;
  - 132 – первая труба подачи газа;
  - 133 – вторая труба подачи газа;
  - 134 – узел прерывателя потока;
    - 1341 – вертикальная пластина;
    - 1342 – угловая пластина;
  - 135 – впускное отверстие;
  - 136 – выпускное отверстие;
- 140 – первая распределительная камера;
- 150 – вторая распределительная камера;
- 160 – охладитель;
  
- 200 – система для сжигания;
- 210 – система распределительных труб;
  - 211 – первая распределительная труба;
  - 212 – вторая распределительная труба;
  - 213 – третья распределительная труба;
  - 214 – впускное отверстие;

- 215 – конец;
- 300 – печь;
- 301 – плавильный бак;
- 302 – дымовая труба;
- 303 – нижняя стенка плавильного бака;
- 325 – сырьевой материал.

### **Осуществление изобретения**

**[0042]** Варианты осуществления настоящего изобретения будут подробно описаны ниже. Примеры вариантов осуществления показаны на прилагаемых чертежах и на всех прилагаемых чертежах одинаковые или схожие номера позиций относятся к одинаковым или схожим элементам, либо к элементам, имеющим одинаковые или схожие функции. Варианты осуществления, описанные ниже со ссылкой на прилагаемые чертежи, приведены в качестве примера и предназначены для объяснения настоящего раскрытия, но их не следует рассматривать как ограничивающие настоящее раскрытие.

**[0043]** Следует понимать, что в описании настоящего раскрытия соотношения ориентации или положения, обозначенные такими терминами, как «длина», «ширина», «вверх», «вниз», «передний», «задний», «левый», «правый», «вертикальный», «горизонтальный», «верхний», «нижний», «внутри» и «снаружи», основаны на соотношениях ориентации или положения, показанных на сопроводительных чертежах, и необходимы только для простоты описания раскрытия и упрощения описания, а не для указания или подразумевания того, что упоминаемые аппараты или элементы должны иметь конкретную ориентацию или должны быть сконструированы и должны работать в конкретной ориентации, и, следовательно, не могут быть истолкованы как ограничивающие настоящее раскрытие.

**[0044]** Кроме того, термины «первый» и «второй» используются только для целей описания и не должны быть истолкованы как указывающие или подразумевающие относительную важность или как неявно указывающие на количество указанных технических признаков. Таким образом, признаки, определенные с помощью слов «первый» и «второй», могут явно или неявно включать в себя один или более признаков. В описании настоящего раскрытия

значение термина «множество» соответствует двум или более, если специально не определено иное.

**[0045]** Со ссылкой на фиг. 1 и 2 описан аппарат 100 для сжигания, предложенный в варианте осуществления настоящего изобретения. Аппарат 100 для сжигания может быть расположен ниже верхней поверхности расплава и может обеспечивать сжигание в расплаве, и, в частности, подходит для псевдооживленного слоя и плавильной печи.

**[0046]** В частности, со ссылкой на фиг. 16, печь 300 содержит плавильный бак 301 и дымовую трубу 302, сообщающуюся по текучей среде с плавильным баком 301. В плавильный бак может быть загружен сырьевой материал 325, в частности, гранулированный каменный материал, такой как кирпичи, камни, порошок и/или пыль, накапливающийся на нижней стенке 303 плавильного бака 301. Множество горелок, каждая из которых соответствует аппарату 100 для сжигания, раскрытому в данном документе, расположены под нижней стенкой 303 плавильного бака 301, причем верхний конец 1131 аппарата 100 для сжигания сообщается по текучей среде с плавильным баком 301 через отверстия в нижней стенке 303. Аппарат 100 для сжигания показан на фиг. 16 в конфигурации горелки погружного типа.

**[0047]** Также со ссылкой на фиг. 1 и 2, аппарат 100 для сжигания содержит корпус 110 и инжекционные элементы 120, причем корпус 110 содержит нижнюю стенку 111 и множество боковых стенок 112, нижняя стенка 111 и множество боковых стенок 112 охватыванием образуют камеру 113 сгорания, имеющую отверстие 1131 в верхней части. Инжекционные (или эжекционные) элементы 120 расположены на двух боковых стенках 112, противоположных друг другу, среди множества боковых стенок 112. Инжекционные элементы 120 включают в себя один или более первых инжекторов 121 (или эжекторов) и один или более вторых инжекторов 122 (или эжекторов), причем первые инжекторы 121 используются для подачи в камеру 113 сгорания смеси горючего газа и первой части окислителя, содержащей первую часть окислителя и горючий газ (т. е. топливо), при этом объёмное содержание в процентах горючего газа в смеси горючего газа и первой части окислителя превышает верхний предел горения горючего газа, вторые инжекторы 122 используются для подачи второй части окислителя в камеру 113 сгорания, и общее количество второй части окислителя и первой

части окислителя, подаваемых в камеру 113 сгорания, обеспечивает достижение стехиометрического баланса с общим количеством горючего газа, подаваемого в камеру 113 сгорания.

**[0048]** Следует отметить, что множество боковых стенок 112 корпуса 110 последовательно соединены, каждая из боковых стенок 112 имеет свою нижнюю часть, соединенную с нижней стенкой 111, и вместе с нижней стенкой 111 охватыванием образуют камеру 113 сгорания. Верхние кромки боковых стенок 112 образуют край отверстия 1131. Может иметься четыре, шесть или другое количество боковых стенок 112, которые могут быть установлены по мере необходимости, и их количество не ограничивается в данном документе каким-либо одним значением.

**[0049]** Может иметься одно, два, три или другое количество первых инжекторов 121. Все первые инжекторы 121 могут быть расположены на одной и той же боковой стенке 112 или могут быть расположены на двух боковых стенках 112, противоположных друг другу. Также может иметься один, два, три или другое количество вторых инжекторов 122. Все вторые инжекторы 122 могут быть расположены на одной и той же боковой стенке 112 или могут быть расположены на двух боковых стенках 112, противоположных друг другу. В качестве преимущества, нижняя стенка 111 имеет по существу прямоугольную форму с более длинной осью Y, по существу параллельной боковым стенкам, на которых расположены инжекционные элементы 120.

**[0050]** Со ссылкой на фиг. 3-6, две боковые стенки 112, используемые для размещения инжекционных элементов 120, определены как первая стенка 114 и вторая стенка 115, при этом первая стенка 114 и вторая стенка 115 расположены противоположно друг другу. Когда все инжекционные элементы 120 на корпусе 110 включают в себя по меньшей мере один первый инжектор 121 и один второй инжектор 122, каждый инжекционный элемент 120, показанный на фиг. 3-6, может быть выполнен в виде первого инжектора 121 или второго инжектора 122. Инжекционные элементы 120 могут быть расположены на первой стенке 114 и второй стенке 115 в одном из множества вариантов расположения. Например, со ссылкой на фиг. 3 и 4, выступающая часть инжекционного элемента 120, расположенного на первой стенке 114, и выступающая часть инжекционного элемента 120, расположенного на второй стенке 115, могут быть расположены на

одинаковой высоте от нижней стенки 111 камеры 113 сгорания и симметрично относительно продольной оси Y (показанной штриховыми линиями на фиг. 1) в камере 113 сгорания. В качестве альтернативы, со ссылкой на фиг. 5 и 6, выступающая часть инжекционного элемента 120, расположенного на первой стенке 114, и выступающая часть инжекционного элемента 120, расположенного на второй стенке 115, могут быть расположены на разной высоте от нижней стенки 111 камеры 113 сгорания и расположены в шахматном порядке вдоль продольной оси Y камеры 113 сгорания. Еще в одном примере, со ссылкой на фиг. 3 и 4, несколько инжекционных элементов 120 могут быть расположены на одной высоте на корпусе 110, или, со ссылкой на фиг. 5 и 6, несколько инжекционных элементов 120 расположены на разных высотах на корпусе 110. Путем выбора расположения, как описано выше, можно создавать зоны рециркуляции в разных положениях в поперечном и продольном направлениях камеры 113 сгорания, что способствует равномерному смешиванию газов и повышению стабильности пламени.

**[0051]** Горючий газ в смеси горючего газа и первой части окислителя, подаваемой через первые инжекторы 121, может представлять собой метан, природный газ и т. д. Первая часть окислителя может представлять собой воздух, обогащенный кислородом воздух или кислород и т. д. Вторая часть окислителя, подаваемая через второй инжектор 122, может представлять собой воздух, обогащенный кислородом воздух или кислород и т. д., которые могут быть применены в соответствии с требованиями, но не ограничиваются в настоящем документе. Первая часть окислителя и вторая часть окислителя могут иметь одинаковый состав. В качестве альтернативы, они могут иметь различный состав.

**[0052]** Верхний предел горения горючего газа означает верхний предел концентрации, при котором система однородной смеси, образованная горючим газом в газе, поддерживающем горение, воспламеняется и способна поддерживать пламя при определенной температуре и давлении. Когда концентрация превышает верхний предел концентрации, горючий газ не может самовозгораться. Объемное содержание в процентах горючего газа в смеси горючего газа и первой части окислителя, превышающее верхний предел горения горючего газа, может быть понято как процент объема горючего газа в общем объеме горючего газа и первой части окислителя в смеси горючего газа и первой части окислителя, превышающий верхний предел горения горючего газа, что

может предотвратить самовозгорание смеси горючего газа и первой части окислителя перед поступлением в камеру 113 сгорания.

**[0053]** Общее количество второй части окислителя и первой части окислителя, которые подают в камеру 113 сгорания для достижения стехиометрического баланса с общим количеством горючего газа, подаваемого в камеру 113 сгорания, может быть понято как то, что общее количество первой части окислителя и второй части окислителя, которые подают в камеру 113 сгорания, приблизительно равно количеству окислителя, необходимому для полного сгорания горючего газа, подаваемого в камеру 113 сгорания. В некоторых случаях общее количество первой части окислителя и второй части окислителя, которые подают в камеру 113 сгорания, может находиться в диапазоне от 95 % от количества окислителя, необходимого для полного сгорания горючего газа, подаваемого в камеру 113 сгорания, до 105 % от количества окислителя, необходимого для полного сгорания горючего газа, подаваемого в камеру 113 сгорания. Смесь горючего газа и первой части окислителя и вторая часть окислителя, которые подают в камеру 113 сгорания, образуют новую смесь после дальнейшего смешивания в камере 113 сгорания и новая смесь может воспламеняться с помощью аппарата для зажигания, расположенного в камере 113 сгорания, или путем обеспечения начальной температуры камеры 113 сгорания для достижения температуры самовозгорания новой смеси.

**[0054]** По сравнению с уровнем техники аппарат 100 для сжигания, предложенный в этом варианте осуществления, имеет следующие положительные эффекты. Во-первых, аппарат 100 для сжигания, предложенный в этом варианте осуществления, подает смесь горючего газа и первой части окислителя в камеру 113 сгорания посредством нескольких первых инжекторов 121, и подает вторую часть окислителя в камеру 113 сгорания посредством нескольких вторых инжекторов 122, что также позволяет обеспечить, чтобы общее количество горючего газа, подаваемого в камеру 113 сгорания, достигло стехиометрического баланса с общим количеством первой части окислителя и второй части окислителя, подаваемых в камеру 113 сгорания, так что может быть получено пламя горения частично подготовленной смеси с небольшой длиной и высокой эффективностью. Когда аппарат 100 для сжигания расположен на печи или другом устройстве, пламя горения предварительно подготовленной смеси

может поступать в расплав через отверстие 1131 камеры 113 сгорания и нагревать расплав.

**[0055]** Во-вторых, в аппарате 100 для сжигания, предложенном в этом варианте осуществления, объёмное содержание в процентах горючего газа в смеси горючего газа и первой части окислителя установлено выше верхнего предела горения горючего газа, что может предотвратить самовозгорание смеси горючего газа и первой части окислителя, тем самым значительно повышая безопасность горения.

**[0056]** В-третьих, со ссылкой на фиг. 2, в аппарате 100 для сжигания, предложенном в этом варианте осуществления, несколько инжекционных элементов 120 расположены на двух противоположных боковых стенках 112, так что потоки газа, выпускаемые из нескольких инжекционных элементов 120, образуют несколько зон 123 рециркуляции, т. е. вихрей, в камере 113 сгорания, в частности, ниже уровня (выпускного отверстия) инжекционных элементов 120. Эти зоны рециркуляции выполняют две основные функции: они позволяют стабилизировать пламя и обеспечивают саморегулирование глубины камеры сгорания.

**[0057]** Термин «стабильное пламя» означает пламя, которое не гаснет под воздействием различных возмущающих факторов. Такими факторами могут быть: пульсации давления внешней среды, попадание воды или расплава, закупорка выпускного отверстия горелки, резкое изменение скорости подачи компонентов горючей смеси, слишком обедненное или слишком обогащенное пламя. В промышленных горелках основной причиной пропадания пламени является несоответствие скорости подачи компонентов горючей смеси и скорости распространения пламени в ней. Используя характеристику, состоящую в том, что скорость газа в центре 124 вихря по существу равна нулю, можно создать идеальные условия для поддержания очень стабильной зоны горения. В этих центральных зонах вихря в камере 113 сгорания образуется несколько зон со стабильным пламенем и эти зоны со стабильным пламенем горения используют для непрерывного воспламенения новой части смеси, образованной свежей смесью горючего газа и первой части окислителя и второй частью окислителя, которые подают в камеру 113 сгорания, что значительно повышает стабильность горения.

**[0058]** Стабильность работы горелки и полнота сгорания горючей смеси также зависят от размера камеры сгорания. Процесс горения не происходит мгновенно, а может занимать некоторое время. Время горения определенного объема горючей смеси зависит от многих факторов (обогащенность смеси, турбулентность и т.д.) Чем больший объем горючей смеси необходимо сжигать в единицу времени, тем больший объем камеры сгорания требуется. Если камера сгорания слишком мала, то часть горючей смеси будет гореть вне горелки. То есть не вся энергия газа будет использоваться с пользой: потери будут происходить из-за неполного сгорания. Если камера сгорания будет выполнена слишком большой, это, во-первых, приведет к увеличению размера горелки, а во-вторых, приведет к увеличению потери тепла в охлажденных стенках горелки. В результате применение как слишком маленькой, так и слишком большой камеры сгорания приводит к неэффективной работе горелки.

**[0059]** Аппарат 100 для сжигания, в качестве преимущества, имеет камеру 113 сгорания с «изменяемой геометрией». Путем размещения инжекционных элементов 120 на двух противоположных боковых стенках корпуса, образующих камеру 113 сгорания, в камере 113 сгорания создают два (последовательных) вихревых потока, образующих две зоны 123 рециркуляции, в качестве преимущества расположенные в объеме камеры 113 сгорания между выпускными отверстиями инжекционных элементов 120 и нижней стенкой 111, и каждая зона 123 рециркуляции, в качестве преимущества, расположена вблизи соответствующей боковой стенки корпуса. Вихревые потоки в зонах 123 рециркуляции, в качестве преимущества, позволяют автоматически регулировать объем камеры 113 сгорания и улучшать смешивание смеси горючего газа и первой части окислителя со второй частью окислителя. Изменение объема камеры 113 сгорания происходит за счет увеличения или уменьшения ее глубины. Поскольку аппарат 100 для сжигания работает под слоем шихты или расплава, мелкие частицы шихты или капли 125 расплава будут падать сверху через отверстие 1131 в камеру 113 сгорания и собираться в нижней части 111. Некоторые из этих частиц будут подхватываться вихрями из зон 123 рециркуляции и вихревые потоки могут повторно выбрасывать из камеры 113 сгорания некоторые частицы шихты, которые попали в камеру 113 сгорания через отверстие 1131 камеры 113 сгорания. Когда мощность аппарата 100 для сжигания является более высокой, сила вихревого потока больше, из камеры 113

сгорания выбрасывается больше шихты (например, обратно в плавильный бак 301) и в камере 113 сгорания будет доступно большее пространство для сгорания. Когда мощность аппарата 100 для сжигания меньше, сила вихревого потока меньше, из камеры 113 сгорания выбрасывается меньше частиц шихты и в камере 113 сгорания может накапливаться больше частиц шихты, так что пространство камеры 113 сгорания, доступное для сгорания, уменьшается. Таким образом, вследствие наличия вихревых потоков в зонах рециркуляции объем камеры 113 сгорания, доступный для сгорания, связан с мощностью аппарата 100 для сжигания, что может позволить предотвратить случай, когда часть горючего газа сжигается за пределами камеры 113 сгорания, поскольку пространство внутри камеры 113 сгорания чрезмерно мало, что делает невозможным эффективное использование горючего газа, а также может позволить предотвратить случай, когда пространство в камере 113 сгорания чрезмерно велико, что приводит к чрезмерному рассеиванию тепла через корпус 110 и чрезмерным производственным затратам, и может дополнительно повысить стабильность горения и эффективность аппарата 100 для сжигания ниже горизонтальной плоскости расплава.

**[0060]** В качестве преимущества, внутренний угол между осью 1201 каждого из инжекционных элементов 120 и нижней стенкой 111 (или горизонталью) составляет от  $-40^\circ$  до  $40^\circ$ . Иными словами, внутренний угол между нижней стенкой 111 и каждым из первых инжекторов 121 и вторых инжекторов 122 составляет от  $-40^\circ$  до  $40^\circ$ . В пределах этого диапазона углов поток газа, впрыскиваемый в камеру 113 сгорания каждым инжекционным элементом 120, может создавать стабильную зону рециркуляции в камере 113 сгорания. Когда инжекционные элементы 120 установлены на боковых стенках 112 под разными углами к нижней стенке 111, потоки газа, выпускаемые инжекционными элементами 120, могут создавать зоны рециркуляции в разных положениях камеры 113 сгорания и могут создавать зоны рециркуляции разных форм для удовлетворения различных требований.

**[0061]** В некоторых случаях, со ссылкой на фиг. 2, 3 и 5, внутренний угол между осью 1201 каждого инжекционного элемента 120 и нижней стенкой 111 составляет  $0^\circ$ . Иными словами, продольная ось 1201 инжекционного элемента 120 может быть параллельной горизонтали. Таким образом, потоки газа, впрыскиваемые инжекционными элементами 120, расположенными на двух

противоположных боковых стенках 112, образуют хорошее противоположное течение, образуя, таким образом, стабильные зоны рециркуляции, т. е. вихри, которые способствуют стабильному горению.

**[0062]** Еще в одном варианте осуществления настоящего изобретения каждый из инжекционных элементов 120 установлен с возможностью отсоединения на соответствующей боковой стенке 112. Иными словами, первые инжекторы 121 и вторые инжекторы 122 установлены с возможностью отсоединения на соответствующих боковых стенках 112. Таким образом, при использовании аппарата 100 для сжигания, путем применения инжекционного элемента 120 с другим диаметром можно изменить поток газа, выпускаемый инжекционным элементом 120, так что можно управлять смешиванием первой части окислителя и горючего газа на основании соответствующего отношения потоков для образования смеси горючего газа и первой части окислителя, и смесью горючего газа и первой части окислителя и второй частью окислителя управляют для их подачи в камеру 113 сгорания при соответствующем отношении потоков.

**[0063]** Со ссылкой на фиг. 7-10, текучая среда, выпускаемая каждым инжекционным элементом 120, образует зону рециркуляции (каждая зона показана стрелкой внутри камеры 113 сгорания на фиг. 7-10) в камере 113 сгорания, и вертикальное поперечное сечение камеры 113 сгорания, в качестве преимущества, является многоугольным для поддержания зоны рециркуляции.

**[0064]** Следует отметить, что вертикальное поперечное сечение камеры 113 сгорания (в плоскости, перпендикулярной продольной оси Y) может быть восьмиугольным, пятиугольным и т. д., и может быть установлено на основании количества, положений и т. д. инжекционных элементов 120.

**[0065]** В аппарате 100 для сжигания, предложенном в этом варианте осуществления, в камере 113 сгорания текучая среда, выпускаемая каждым инжекционным элементом 120, образует стабильную зону рециркуляции, которая способствует поддержанию горения.

**[0066]** В качестве альтернативы, вертикальное поперечное сечение камеры 113 сгорания может быть прямоугольным, трапециевидным или шестиугольным.

**[0067]** Со ссылкой на фиг. 8, когда оно является прямоугольным, вертикальное поперечное сечение камеры 113 сгорания может представлять собой либо прямоугольный прямоугольник, либо прямоугольник с закругленными внизу углами. Когда указанное сечение представляет собой прямоугольник с закругленными внизу углами, между боковой стенкой 112 и нижней стенкой 111 корпуса 110 имеется плавный переход.

**[0068]** В аппарате 100 для сжигания, предложенном в вышеуказанных вариантах осуществления, сечение камеры 113 сгорания может влиять на форму вихревого потока, указанное сечение является прямоугольным, трапециевидным или шестиугольным, и поток газа, впрыскиваемый каждым инжекционным элементом 120, может образовывать стабильную зону рециркуляции в камере 113 сгорания, так что сгорание может происходить стабильно.

**[0069]** Со ссылкой на фиг. 11 и 12, аппарат 100 для сжигания, в качестве преимущества, дополнительно содержит смеситель 130, причем смеситель 130 содержит смесительную трубу 131 и первую трубу 132 подачи газа. Впускное отверстие 135 смесительной трубы 131 используется для приема первого потока окислителя, и в смесительной трубе 131 обеспечена продольная перегородка 1311; продольная перегородка 1311 разделяет внутреннюю полость смесительной трубы 131 на первый проточный канал 1312 и второй проточный канал 1313, поддерживается сообщение как впускного отверстия первого проточного канала 1312, так и впускного отверстия второго проточного канала 1313 с впускным отверстием 135 смесительной трубы 131, причем продольная перегородка 1311, в качестве преимущества, непроницаема для газа. Выпускное отверстие 136 первого проточного канала 1312 сообщается с первыми инжекторами 121, а выпускное отверстие второго проточного канала 1313 сообщается со вторыми инжекторами 122. Следовательно, первый проточный канал 1312 и второй проточный канал 1313, в качестве преимущества, отделены по текучей среде ниже по потоку от впускного отверстия 135. Первая труба 132 подачи газа сообщается с первым проточным каналом 1312 и используется для подачи потока горючего газа в первый проточный канал 1312. В результате,

горючий газ подается только в первые инжекторы 121 и, в качестве преимущества, не подается во вторые инжекторы 122, причем в последние, в качестве преимущества, подают только поток, содержащий окислитель или состоящий из окислителя, и, в качестве преимущества, не содержащий горючего газа.

**[0070]** Следует отметить, что смесительная труба 131 может быть изготовлена из обычной стали или жаропрочной стали. Сечение смесительной трубы 131 может быть квадратным, шестиугольным или может иметь любую другую замкнутую форму, которая может быть применена в соответствии с требованиями и не ограничивается в настоящем документе.

**[0071]** Первый поток окислителя, поступающий в смесительную трубу 131 через впускное отверстие 135 смесительной трубы 131, может представлять собой окислитель, такой как кислород, воздух или обогащенный кислородом воздух, а поток горючего газа, поступающий в первый проточный канал 1312 по первой трубе 132 подачи газа, может представлять собой горючий газ, такой как природный газ и метан, который может быть применен в соответствии с требованиями и не ограничивается в настоящем документе.

**[0072]** В аппарате 100 для сжигания, предложенном в этом варианте осуществления, часть окислителя, поступающая во впускное отверстие 135 смесительной трубы 131, образует первый поток окислителя и поступает в первый проточный канал 1312, а другая часть окислителя поступает во второй проточный канал 1313. Окислитель, поступающий в первый проточный канал 1312, и горючий газ, поступающий в первый проточный канал 1312 по трубе 132 подачи газа, смешиваются в первом проточном канале 1312 с образованием смеси горючего газа и первой части окислителя, которую подают в каждый первый инжектор 121 через выпускное отверстие 136 первого проточного канала 1312. Окислитель, поступающий во второй проточный канал 1313, подается в каждый второй инжектор 122 через второй проточный канал 1313, таким образом подаются сырьевые материалы, необходимые для сгорания в камере 113 сгорания. Кроме того, путем выбора первого инжектора 121 и второго инжектора 122 с соответствующими диаметрами можно регулировать отношение потока окислителя, протекающего в первый проточный канал 1312, к потоку окислителя, протекающему во второй проточный канал 1313, и к тому же можно регулировать

растворимость горючего газа в смесителе 130 горючего газа и первой части окислителя, чтобы предотвратить самовозгорание смеси горючего газа и первой части окислителя перед поступлением в камеру 113 сгорания. В результате, первые инжекторы 121 и вторые инжекторы 122 могут иметь различные диаметры и/или размеры сечения.

**[0073]** Окислитель может быть подан во впускное отверстие 135 при повышенном давлении, например, от 0,5 бар до 2 бар, посредством компрессора (не показан). Давление подачи и/или расход окислителя можно изменять путем регулирования мощности компрессора. Горючий газ можно подавать в первую трубу 132 подачи газа из сети при подходящем давлении, например, от 3 бар до 5 бар, которое, в качестве преимущества, выше, чем давление подачи окислителя во впускном отверстии 135.

**[0074]** Еще в одном варианте осуществления настоящего изобретения, со ссылкой на фиг. 11, смеситель 130 дополнительно включает в себя вторую трубу 133 подачи газа; и вторая труба 133 подачи газа сообщается со вторым проточным каналом 1313 и используется для подачи второго потока окислителя во второй проточный канал 1313.

**[0075]** Следует отметить, что второй поток окислителя может представлять собой кислород, воздух, обогащенный кислородом воздух или другое кислородсодержащее вещество, которое может быть применено в соответствии с требованиями и не ограничивается в настоящем документе. Например, когда окислитель, подаваемый первым потоком окислителя, и второй поток окислителя представляет собой кислород, аппарат 100 для сжигания представляет собой аппарат 100 для сжигания чистого кислорода.

**[0076]** В аппарате 100 для сжигания, предложенном в этом варианте осуществления, чистый кислород или другой окислитель, отличный от первого потока окислителя, может быть подан во второй проточный канал 1313 по второй трубе 133 подачи газа, таким образом компоненты второй части окислителя изменяются и повышается производительность аппарата 100 для сжигания.

**[0077]** Еще в одном варианте осуществления настоящего изобретения, со ссылкой на фиг. 12, смеситель 130 дополнительно содержит узел 134

прерывателя потока. Узел 134 прерывателя потока обеспечивают в первом проточном канале 1312 и/или втором проточном канале 1313.

**[0078]** Следует отметить, что узел 134 прерывателя потока может иметь одну из множества конструкций, например, узел 134 прерывателя потока может представлять собой вертикальную пластину 1341, угловую пластину 1342 или их комбинацию, которые могут быть применены в соответствии с требованиями и не ограничивается в настоящем документе.

**[0079]** В аппарате 100 для сжигания, предложенном в этом варианте осуществления, когда узел 134 прерывателя потока расположен в первом проточном канале 1312, качество смешивания первого потока окислителя и потока горючего газа может быть повышено; и когда узел 134 прерывателя потока расположен во втором проточном канале 1313, качество смешивания первого потока окислителя и второго потока окислителя, которые поступают во второй проточный канал 1313, может быть улучшено.

**[0080]** Со ссылкой на фиг. 13, аппарат 100 для сжигания, в качестве преимущества, дополнительно содержит первую распределительную камеру 140 и вторую распределительную камеру 150, причем первый проточный канал 1312 сообщается с первыми инжекторами 121 через первую распределительную камеру 140, а второй проточный канал 1313 сообщается со вторыми инжекторами 122 через вторую распределительную камеру 150.

**[0081]** В аппарате 100 для сжигания, предложенном в этом варианте осуществления, первая распределительная камера 140 расположена ниже по потоку от первого проточного канала 1312, может дополнительно смешивать смесь горючего газа и первой части окислителя и позволяет первым инжекторам 121, расположенным ниже по потоку от первой распределительной камеры 140, подавать смесь горючего газа и первой части окислителя в камеру 113 сгорания при одном и том же давлении; и вторая распределительная камера 150 расположена ниже по потоку от второго проточного канала 1313, может дополнительно смешивать вторую часть окислителя, когда вторая часть окислителя имеет множество компонентов, и позволяет вторым инжекторам 122, расположенным ниже по потоку от второй распределительной камеры 150,

впрыскивать вторую часть окислителя в камеру 113 сгорания при одном и том же давлении.

**[0082]** Аппарат 100 для сжигания, в качестве преимущества, дополнительно содержит подогреватель (не показан на фигуре). Подогреватель выполнен с возможностью предварительного нагрева первой части окислителя и/или второй части окислителя. Таким образом, качество сгорания в аппарате 100 для сжигания может быть повышено. Когда аппарат 100 для сжигания используется в печи, псевдоожиженном слое или другом устройстве, предварительный нагрев первого окислителя и/или второго окислителя подогревателем может дополнительно улучшить энергетические параметры устройства, такого как печь. Подогреватель, в качестве преимущества, расположен выше по потоку относительно впускного отверстия 135 смесителя 130.

**[0083]** Когда ускоритель горения, т. е. первую часть окислителя и вторую часть окислителя в этом варианте осуществления, предварительно нагревают в подогревателе, более высокая температура ускорителя горения указывает на то, что для расплавления единицы объема шихты требуется меньше горючего газа, улучшаются параметры энергоэффективности печи и в аппарате 100 для сжигания достигается более высокое качество сгорания. Однако после нагревания первой части окислителя верхний предел горения горючего газа изменяется, когда первая часть окислителя смешивается с горючим газом. В этом случае необходимо соответствующим образом отрегулировать объемное содержание в процентах смеси горючего газа и первой части окислителя для обеспечения того, чтобы объемное содержание в процентах горючего газа в смеси горючего газа и первой части окислителя всегда превышало верхний предел горения горючего газа, чтобы предотвратить самовозгорание или воспламенение смеси горючего газа и первой части окислителя перед поступлением в камеру 113 сгорания.

**[0084]** В частности, для объяснения влияния предварительного нагрева первой части окислителя используют следующий конкретный вариант реализации. При температуре 20 °С, когда воздух используют в качестве первой части окислителя, природный газ используют в качестве горючего газа, и воздух также используют в качестве второй части окислителя, природный газ может

сгорать только в диапазоне концентраций от 5 % до 15 % при смешивании с воздухом. Если природный газ в смеси природного газа и воздуха имеет концентрацию менее 5 %, считается, что природный газ в смеси имеет слишком низкую концентрацию и не может гореть сам по себе. Если природный газ в смеси природного газа и воздуха имеет концентрацию более 15 %, считается, что природный газ в смеси имеет слишком высокую концентрацию и также не может гореть сам по себе. Когда природный газ в смеси имеет концентрацию 10 %, смесь природного газа и воздуха рассматривается как стехиометрическая смесь, которая может достигать максимального теплового эффекта и может достигать самой высокой температуры горения. В этом случае при подаче в смеситель 130 воздуха с температурой менее 20 °С и природного газа с концентрацией более 15 % проблема самовозгорания смеси не возникает.

**[0085]** Однако с повышением температуры смеси верхний предел горения горючего газа также увеличится. Когда воздух нагревается до 500 °С и температура природного газа соответственно повышается до 500 °С, верхний предел горения природного газа повышается до 17-18 %. В этом случае для предотвращения самовозгорания необходимо отрегулировать концентрацию природного газа и подавать в смеситель 130 природный газ с концентрацией более 18 %.

**[0086]** Когда смеситель 130 используется для подачи в камеру 113 сгорания горючего газа, первой части окислителя и второй части окислителя, можно использовать первые инжекторы 121 и вторые инжекторы 122 с приблизительно одинаковыми диаметрами, когда воздух имеет температуру 20 °С. В результате, потери давления через инжекторы обоих типов будут одинаковыми. Когда воздух имеет температуру 500 °С, используются первые инжекторы 121, имеющие меньшие диаметры, чем вторые инжекторы 122. Цель состоит в уменьшении, когда природный газ имеет относительно высокую температуру, т. е. когда верхний предел горения природного газа относительно велик, диаметров первых инжекторов 121, чтобы подать больше воздуха во второй проточный канал 1313 и подать меньше воздуха в первый проточный канал 1312, так что концентрация природного газа повышается до 18 % или выше, обеспечивая отсутствие самовозгорания.

**[0087]** Со ссылкой на фиг. 13, аппарат 100 для сжигания, в качестве преимущества, дополнительно включает в себя систему 160 охлаждения, расположенную на наружной стороне корпуса 110 и выполненную с возможностью охлаждения частей корпуса 110 и инжекционных элементов 120, расположенных снаружи корпуса 110.

**[0088]** Следует отметить, что система 160 охлаждения расположена на наружной стороне корпуса 110, т. е. на наружной стороне каждой боковой стенки 112 и нижней стенки 111, и корпус 110, как правило, изготовлен из металла, такого как котельная сталь или специальный высокотемпературный сплав. Пламя в камере 113 сгорания будет создавать высокую температуру, которая намного превышает температуру плавления металла корпуса 110. Следовательно, корпус 110 может охлаждаться водой или холодным воздухом. Все инжекционные элементы 120 также охлаждаются водой или воздухом. Аппарат 100 для сжигания, предложенный в этом варианте осуществления, может продлевать срок службы корпуса 110 и инжекционных элементов 120.

**[0089]** Еще в одном варианте осуществления настоящего изобретения, со ссылкой на фиг. 1 и 2, внутренняя сторона корпуса 110 снабжена теплоизоляционным покрытием. То есть, внутренние стороны боковых стенок 112 и нижней стенки 111 снабжены теплоизоляционным покрытием, так что теплоизоляционное покрытие может уменьшать потери тепла через охлаждающую стенку камеры 113 сгорания и повышать эффективность аппарата 100 для сжигания.

**[0090]** Со ссылкой на фиг. 14 и 15 предложена система 200 для сжигания, содержащая систему 210 распределительных труб и несколько вышеуказанных аппаратов 100 для сжигания.

**[0091]** Следует отметить, что может быть использовано одно, два, три или другое количество аппаратов 100 для сжигания, которые могут применяться в зависимости от мощности, которую должна иметь система 200 для сжигания.

**[0092]** В варианте осуществления системы 210 распределительных труб, показанном на фиг. 14, система 210 распределительных труб включает в себя несколько первых распределительных труб 211, причем несколько первых

распределительных труб 211, соответственно, используются для подачи смеси горючего газа и первой части окислителя в несколько аппаратов 100 для сжигания. Смесь горючего газа и первой части окислителя подают в соответствующие аппараты 100 для сжигания при одинаковом давлении по первым распределительным трубам 211, которые могут обеспечить, чтобы смесь горючего газа и первой части окислителя, поступающая в аппарат 100 для сжигания, имела одно и то же давление, и система 200 для сжигания характеризуется хорошей стабильностью.

**[0093]** Еще в одном варианте осуществления системы 210 распределительных труб, показанном на фиг. 15, система 210 распределительных труб включает в себя вторую распределительную трубу 212 и несколько третьих распределительных труб 213, причем вторая распределительная труба представляет собой переходную трубу 212, имеющую площадь поперечного сечения, которая уменьшается от впускного отверстия 214 по направлению к концу 215 трубы 212. Несколько третьих распределительных труб 213 последовательно сообщаются со второй распределительной трубой 212 в направлении потока газа второй распределительной трубы 212, и несколько третьих распределительных труб 213, соответственно, используются для подачи смеси горючего газа и первой части окислителя в несколько аппаратов 100 для сжигания. При применении переходной трубы с соответствующими значениями диаметра на двух ее концах может быть обеспечено, чтобы смесь горючего газа и первой части окислителя, поступающая в аппарат 100 для сжигания, имела одно и то же давление, и система 200 для сжигания характеризовалась хорошей стабильностью.

**[0094]** Аппарат для сжигания согласно настоящему раскрытию может быть использован в качестве горелки для плавления, сушки, нагрева и/или предварительного нагрева. Аппарат для сжигания, описанный в настоящем документе, с получением преимущества используют в качестве горелки погружного типа.

**[0095]** Еще в одном варианте осуществления настоящего изобретения в этом варианте осуществления дополнительно предложен способ сжигания, применяемый в вышеуказанном аппарате 100 для сжигания, который включает:

**[0096]** смешивание горючего газа с первой частью окислителя перед поступлением в камеру 113 сгорания при предотвращении самовозгорания с образованием смеси горючего газа и первой части окислителя, при этом объёмное содержание в процентах горючего газа в смеси горючего газа и первой части окислителя превышает верхний предел горения горючего газа;

**[0097]** подачу смеси горючего газа и первой части окислителя в камеру 113 сгорания посредством нескольких первых инжекторов 121 и

**[0098]** подачу второй части окислителя в камеру 113 сгорания посредством нескольких вторых инжекторов 122, при этом общее количество первой части окислителя и второй части окислителя, которые подают в камеру 113 сгорания, достигает стехиометрического баланса с количеством горючего газа, подаваемого в камеру 113 сгорания.

**[0099]** По сравнению с существующим способом сжигания, в способе сжигания, предложенном в этом варианте осуществления, горючий газ и окислитель (включающий в себя первую часть окислителя и вторую часть окислителя) подают в камеру 113 сгорания в режиме частичного предварительного смешивания, концентрацию горючего газа регулируют таким образом, что пламя горения имеет короткую длину, высокую эффективность и высокую безопасность, и способ противоположного потока газа с помощью инжекционных элементов 120 используют для создания зон рециркуляции, которые могут обеспечить хорошие условия для стабильного горения, которые обеспечивают повышение стабильности пламени.

**[0100]** Вышеприведенное описание представляет собой лишь предпочтительные варианты осуществления настоящего изобретения и не предназначено для ограничения настоящего изобретения. Любая модификация, эквивалентная замена, усовершенствование и т.п. без отступления от сущности и принципа настоящего изобретения должны входить в объем защиты настоящего изобретения.

**ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ**

1. Аппарат (100) для сжигания, содержащий:  
корпус (110), содержащий нижнюю стенку (111) и множество боковых стенок (112), которые охватыванием образуют камеру (113) сгорания, имеющую отверстие (1131) в верхней части; и  
инжекционные элементы (120), расположенные на двух боковых стенках (112), противоположных друг другу, среди множества боковых стенок,  
причем инжекционные элементы содержат по меньшей мере один первый инжектор (121) и по меньшей мере один второй инжектор (122), по меньшей мере один первый инжектор выполнен с возможностью подачи в камеру (113) сгорания смеси, содержащей горючий газ и первую часть окислителя, причем объемное содержание в процентах горючего газа в смеси превышает верхний предел горения горючего газа, по меньшей мере один второй инжектор выполнен с возможностью подачи второй части окислителя в камеру сгорания, и общее количество первой части окислителя и второй части окислителя, которые поданы в камеру сгорания, достигает стехиометрического баланса с количеством горючего газа, подаваемого в камеру сгорания.
2. Аппарат для сжигания по п. 1, в котором угол между осью каждого из инжекционных элементов (120) и нижней стенкой (111) составляет от  $-40^\circ$  до  $40^\circ$ .
3. Аппарат для сжигания по п. 1 или 2, в котором инжекционные элементы установлены с возможностью отсоединения на соответствующих боковых стенках.
4. Аппарат для сжигания по любому из предшествующих пунктов, в котором текучая среда, впрыскиваемая инжекционными элементами (120), выполнена с возможностью образования зон (123) рециркуляции в камере сгорания, причем вертикальное поперечное сечение камеры сгорания является многоугольным для поддержания зон рециркуляции.
5. Аппарат для сжигания по любому из предшествующих пунктов, в котором указанное сечение камеры сгорания является прямоугольным, трапециевидным или шестиугольным.

6. Аппарат для сжигания по любому из предшествующих пунктов, дополнительно содержащий смеситель (130), содержащий смесительную трубу (131) и первую трубу (132) подачи газа, причем впускное отверстие (135) смесительной трубы выполнено с возможностью приема первого потока окислителя; смесительная труба (131) внутри снабжена продольной перегородкой (1311), которая разделяет внутреннюю полость смесительной трубы на первый проточный канал (1312) и второй проточный канал (1313), причем поддерживается сообщение как впускного отверстия первого проточного канала, так и впускного отверстия второго проточного канала с впускным отверстием (135) смесительной трубы, выпускное отверстие первого проточного канала (1312) сообщается с первыми инжекторами (121), а выпускное отверстие второго проточного канала (1313) сообщается со вторыми инжекторами (122); и первая труба (132) подачи газа сообщается с первым проточным каналом и выполнена с возможностью передачи потока горячего газа в первый проточный канал.

7. Аппарат для сжигания по п. 6, в котором смеситель (130) дополнительно содержит вторую трубу (133) подачи газа; и вторая труба подачи газа сообщается со вторым проточным каналом и выполнена с возможностью передачи второго потока окислителя во второй проточный канал.

8. Аппарат для сжигания по п. 6 или 7, в котором смеситель (130) дополнительно содержит узел прерывателя потока, обеспеченный в первом проточном канале и/или втором проточном канале.

9. Аппарат для сжигания по любому из пп. 6-8, дополнительно содержащий первую распределительную камеру (140) и вторую распределительную камеру (150), причем первый проточный канал (1312) сообщается с первыми инжекторами (121) через первую распределительную камеру, а второй проточный канал (1313) сообщается со вторыми инжекторами (122) через вторую распределительную камеру.

10. Аппарат для сжигания по любому из предшествующих пунктов, который дополнительно содержит нагреватель, выполненный с возможностью

предварительного нагрева первой части окислителя и/или второй части окислителя.

**11.** Аппарат для сжигания по любому из предшествующих пунктов, который дополнительно содержит охлаждающее устройство (160), расположенное на наружной стороне корпуса (110) и выполненное с возможностью охлаждения корпуса и части каждого из инжекционных элементов, расположенных снаружи корпуса.

**12.** Аппарат для сжигания по любому из предыдущих пунктов, в котором внутренняя сторона корпуса (110) снабжена теплоизоляционным покрытием.

**13.** Аппарат для сжигания по любому из предшествующих пунктов, в котором первые инжекторы (121) и вторые инжекторы (122) имеют различный диаметр.

**14.** Применение аппарата для сжигания по любому из предшествующих пунктов в качестве горелки погружного типа.

**15.** Система (200) для сжигания, которая содержит систему (210) распределительных труб и множество аппаратов для сжигания по любому из пп. 1-13,

причем система распределительных труб содержит несколько первых распределительных труб, соответственно, выполненных с возможностью подачи смеси к множеству аппаратов для сжигания; или

причем система распределительных труб содержит вторую распределительную трубу и несколько третьих распределительных труб, вторая распределительная труба имеет уменьшающееся сечение в направлении потока газа, несколько третьих распределительных труб последовательно сообщаются со второй распределительной трубой в направлении потока газа второй распределительной трубы, и несколько третьих распределительных труб, соответственно, выполнены с возможностью подачи смеси в несколько аппаратов для сжигания.

**16.** Печь (300), содержащая систему горелки, содержащую аппарат для сжигания по любому из пп. 1-13 или систему для сжигания по п. 15.

**17.** Печь по п. 16, в которой аппарат (100) для сжигания выполнен в виде горелки погружного типа.

**18.** Способ сжигания, применяемый в аппарате для сжигания по любому из пп. 1-13, который включает:

смешивание горючего газа и первой части окислителя друг с другом перед поступлением в камеру сгорания при предотвращении самовозгорания с получением смеси горючего газа и первой части окислителя, при этом объемное содержание в процентах горючего газа в смеси превышает верхний предел горения горючего газа;

подачу смеси в камеру сгорания посредством по меньшей мере одного первого инжектора и

подачу второй части окислителя в камеру сгорания посредством по меньшей мере одного второго инжектора, причем общее количество первой части окислителя и второй части окислителя, которые подают в камеру сгорания, достигает стехиометрического баланса с количеством горючего газа, подаваемого в камеру сгорания.

**19.** Способ сжигания по п. 18, дополнительно включающий загрузку шихты выше отверстия (1131) аппарата для сжигания.

**20.** Способ сжигания по п. 19, согласно которому смесь и вторая часть окислителя, впрыскиваемые из инжекционных элементов в камеру (113) сгорания аппарата для сжигания, образуют зоны (123) рециркуляции в камере сгорания, причем в камере сгорания накапливается шихта, и при этом вихревые потоки из зон рециркуляции выбрасывают часть шихты из камеры сгорания через отверстие (1131), причем указанную часть регулируют путем установки мощности аппарата для сжигания, тем самым регулируя объем камеры сгорания, доступный для горения.

**ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ, измененная по ст. 34 РСТ**

1. Горелка для плавильной печи (100), содержащая:  
корпус (110), содержащий нижнюю стенку (111) и множество боковых стенок (112), которые охватыванием образуют камеру (113) сгорания, имеющую отверстие (1131) в верхней части; и  
инжекционные элементы (120), расположенные на двух боковых стенках (112), противоположных друг другу, среди множества боковых стенок,  
причем инжекционные элементы содержат по меньшей мере один первый инжектор (121) и по меньшей мере один второй инжектор (122), по меньшей мере один первый инжектор выполнен с возможностью подачи в камеру (113) сгорания смеси, содержащей горючий газ и первую часть окислителя, причем объемное содержание в процентах горючего газа в смеси превышает верхний предел горения горючего газа, по меньшей мере один второй инжектор выполнен с возможностью подачи второй части окислителя в камеру сгорания, и общее количество первой части окислителя и второй части окислителя, которые поданы в камеру сгорания, достигает стехиометрического баланса с количеством горючего газа, подаваемого в камеру сгорания.
2. Горелка по п. 1, в которой угол между осью каждого из инжекционных элементов (120) и нижней стенкой (111) составляет от  $-40^\circ$  до  $40^\circ$ .
3. Горелка по п. 1 или 2, в которой инжекционные элементы установлены с возможностью отсоединения на соответствующих боковых стенках.
4. Горелка по любому из предшествующих пунктов, в которой текучая среда, впрыскиваемая инжекционными элементами (120), выполнена с возможностью образования зон (123) рециркуляции в камере сгорания, причем вертикальное поперечное сечение камеры сгорания является многоугольным для поддержания зон рециркуляции.
5. Горелка по любому из предшествующих пунктов, в которой нижняя стенка имеет по существу прямоугольную форму с более длинной осью, параллельной двум боковым стенкам, предпочтительно в которой указанное

сечение камеры сгорания является прямоугольным, трапециевидным или шестиугольным.

6. Горелка по любому из предшествующих пунктов, дополнительно содержащая смеситель (130), содержащий смесительную трубу (131) и первую трубу (132) подачи газа, причем впускное отверстие (135) смесительной трубы выполнено с возможностью приема первого потока окислителя; смесительная труба (131) внутри снабжена продольной перегородкой (1311), которая разделяет внутреннюю полость смесительной трубы на первый проточный канал (1312) и второй проточный канал (1313), причем поддерживается сообщение как впускного отверстия первого проточного канала, так и впускного отверстия второго проточного канала с впускным отверстием (135) смесительной трубы, выпускное отверстие первого проточного канала (1312) сообщается с первыми инжекторами (121), а выпускное отверстие второго проточного канала (1313) сообщается со вторыми инжекторами (122); и первая труба (132) подачи газа сообщается с первым проточным каналом и выполнена с возможностью передачи потока горючего газа в первый проточный канал.

7. Горелка по п. 6, в которой смеситель (130) дополнительно содержит вторую трубу (133) подачи газа; и вторая труба подачи газа сообщается со вторым проточным каналом и выполнена с возможностью передачи второго потока окислителя во второй проточный канал.

8. Горелка по п. 6 или 7, в которой смеситель (130) дополнительно содержит узел прерывателя потока, обеспеченный в первом проточном канале и/или втором проточном канале.

9. Горелка по любому из пп. 6-8, дополнительно содержащая первую распределительную камеру (140) и вторую распределительную камеру (150), причем первый проточный канал (1312) сообщается с первыми инжекторами (121) через первую распределительную камеру, а второй проточный канал (1313) сообщается со вторыми инжекторами (122) через вторую распределительную камеру.

10. Горелка по любому из предшествующих пунктов, которая дополнительно содержит нагреватель, выполненный с возможностью

предварительного нагрева первой части окислителя и/или второй части окислителя.

**11.** Горелка по любому из предшествующих пунктов, в которой корпус выполнен из металла, при этом горелка дополнительно содержит охлаждающее устройство (160), расположенное на наружной стороне корпуса (110) и выполненное с возможностью охлаждения корпуса и части каждого из инжекционных элементов, расположенных снаружи корпуса.

**12.** Горелка по любому из предыдущих пунктов, в которой внутренняя сторона корпуса (110) снабжена теплоизоляционным покрытием.

**13.** Горелка по любому из предшествующих пунктов, в которой первые инжекторы (121) и вторые инжекторы (122) имеют различный диаметр.

**14.** Применение горелки по любому из предшествующих пунктов в качестве горелки погружного типа.

**15.** Система (200) для сжигания, которая содержит систему (210) распределительных труб и множество горелок по любому из пп. 1-13, причем система распределительных труб содержит несколько первых распределительных труб, соответственно, выполненных с возможностью подачи смеси к множеству горелок; или

причем система распределительных труб содержит вторую распределительную трубу и несколько третьих распределительных труб, вторая распределительная труба имеет уменьшающееся сечение в направлении потока газа, несколько третьих распределительных труб последовательно сообщаются со второй распределительной трубой в направлении потока газа второй распределительной трубы, и несколько третьих распределительных труб, соответственно, выполнены с возможностью подачи смеси в несколько горелок.

**16.** Печь (300), содержащая систему горелки, содержащую горелку по любому из пп. 1-13 или систему для сжигания по п. 15.

**17.** Печь по п. 16, в которой горелка (100) выполнена в виде горелки погружного типа.

**18.** Способ сжигания, применяемый в горелке по любому из пп. 1-13, который включает:

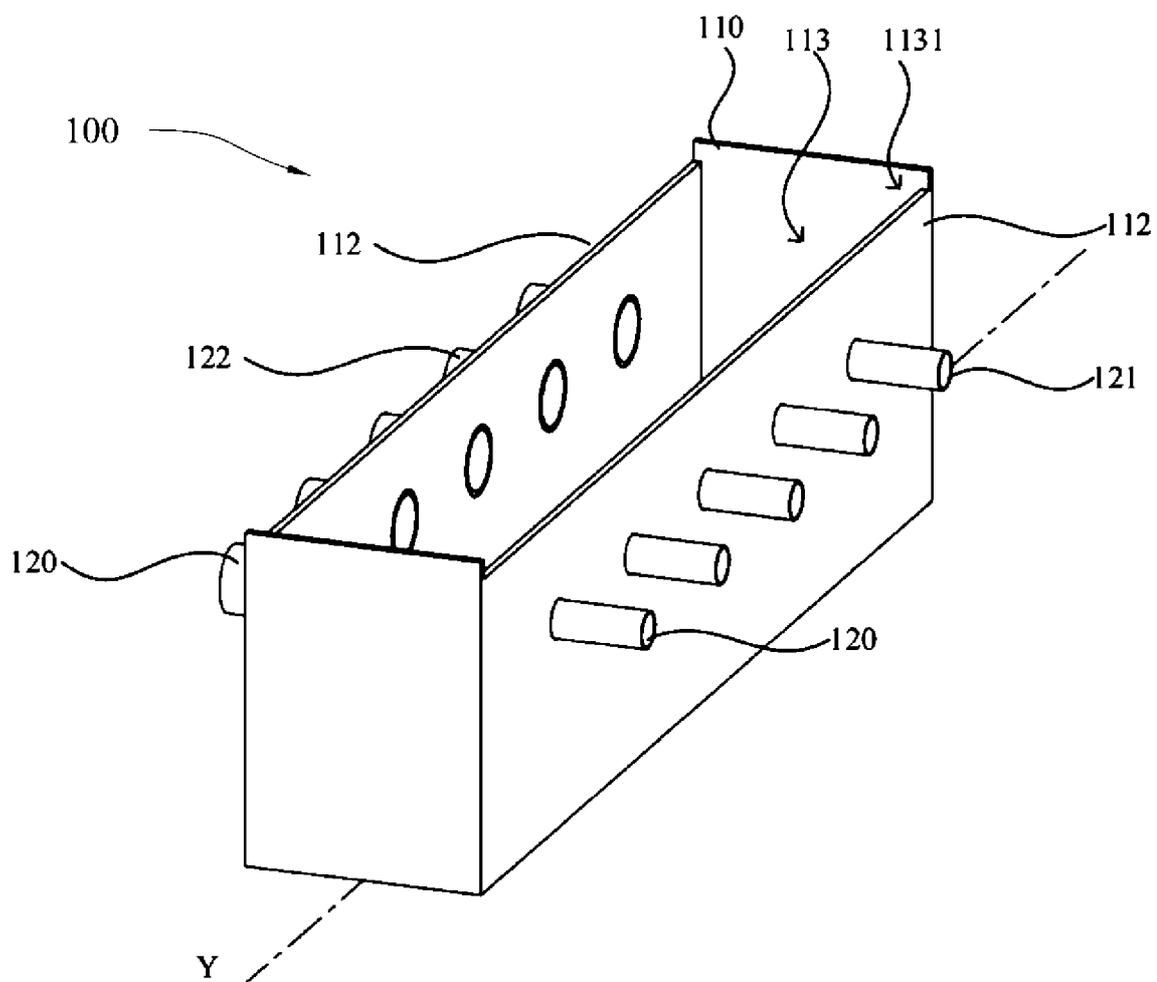
смешивание горючего газа и первой части окислителя друг с другом перед поступлением в камеру сгорания при предотвращении самовозгорания с получением смеси горючего газа и первой части окислителя, при этом объемное содержание в процентах горючего газа в смеси превышает верхний предел горения горючего газа;

подачу смеси в камеру сгорания посредством по меньшей мере одного первого инжектора и

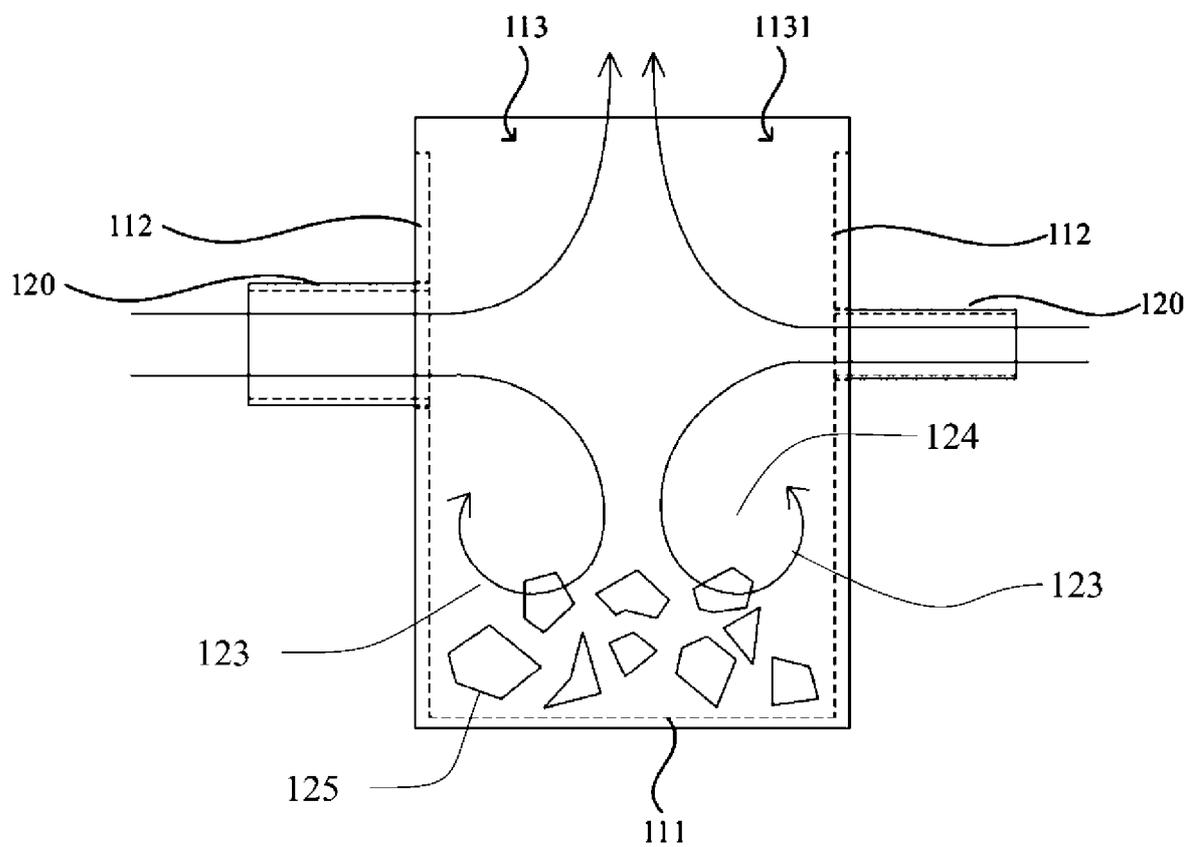
подачу второй части окислителя в камеру сгорания посредством по меньшей мере одного второго инжектора, причем общее количество первой части окислителя и второй части окислителя, которые подают в камеру сгорания, достигает стехиометрического баланса с количеством горючего газа, подаваемого в камеру сгорания.

**19.** Способ сжигания по п. 18, дополнительно включающий загрузку шихты выше отверстия (1131) горелки.

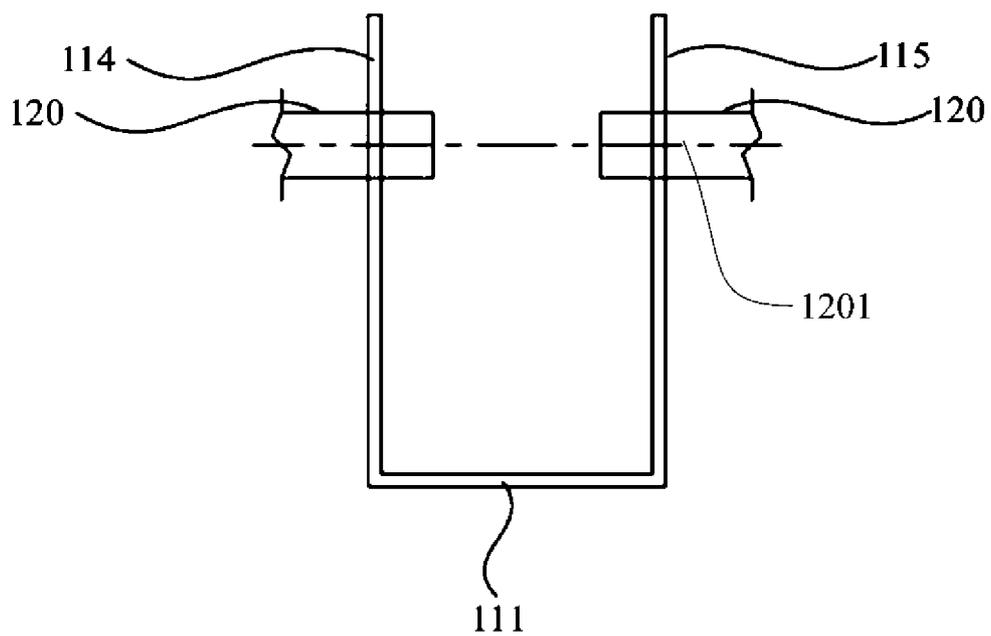
**20.** Способ сжигания по п. 19, согласно которому смесь и вторая часть окислителя, впрыскиваемые из инжекционных элементов в камеру (113) сгорания горелки, образуют зоны (123) рециркуляции в камере сгорания, причем в камере сгорания накапливается шихта, и при этом вихревые потоки из зон рециркуляции выбрасывают часть шихты из камеры сгорания через отверстие (1131), причем указанную часть регулируют путем установки мощности горелки, тем самым регулируя объем камеры сгорания, доступный для горения.



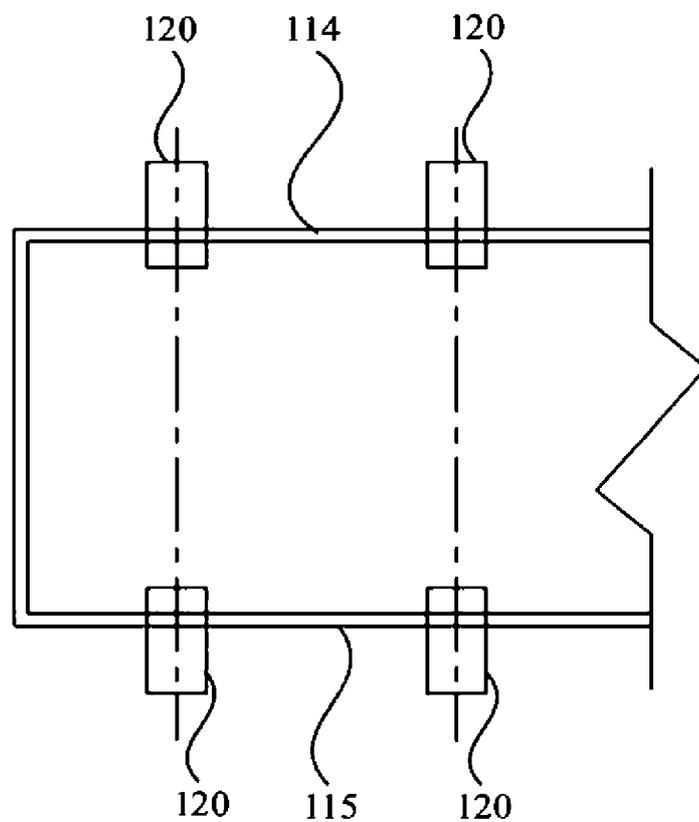
ФИГ. 1



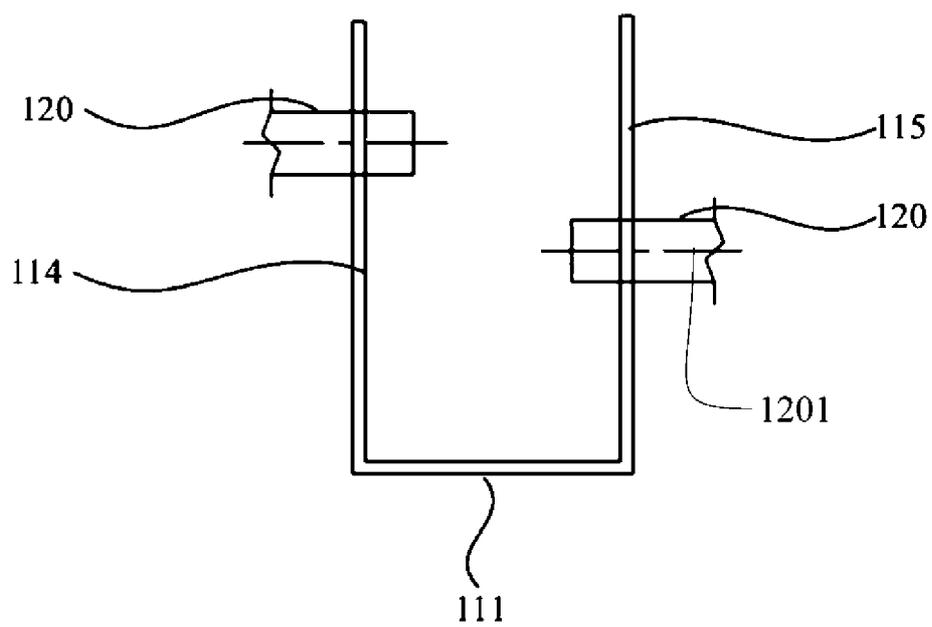
ФИГ. 2



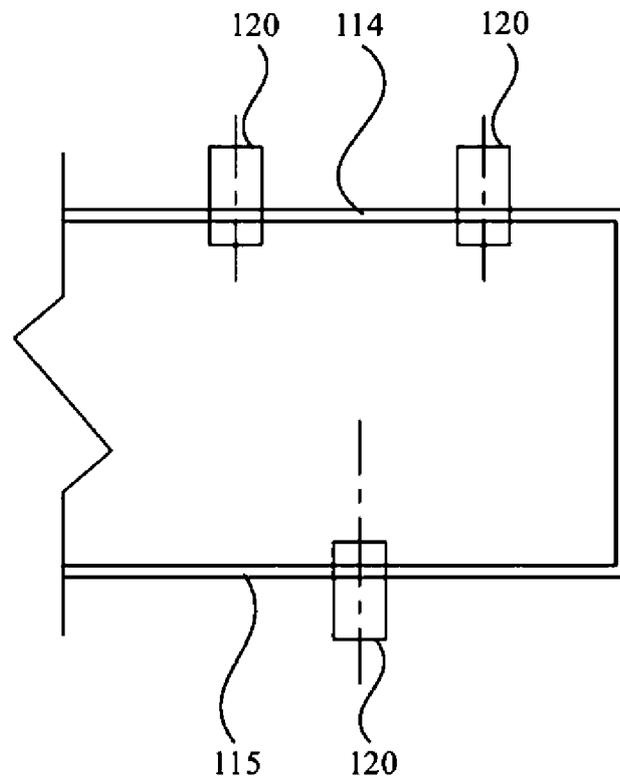
ФИГ. 3



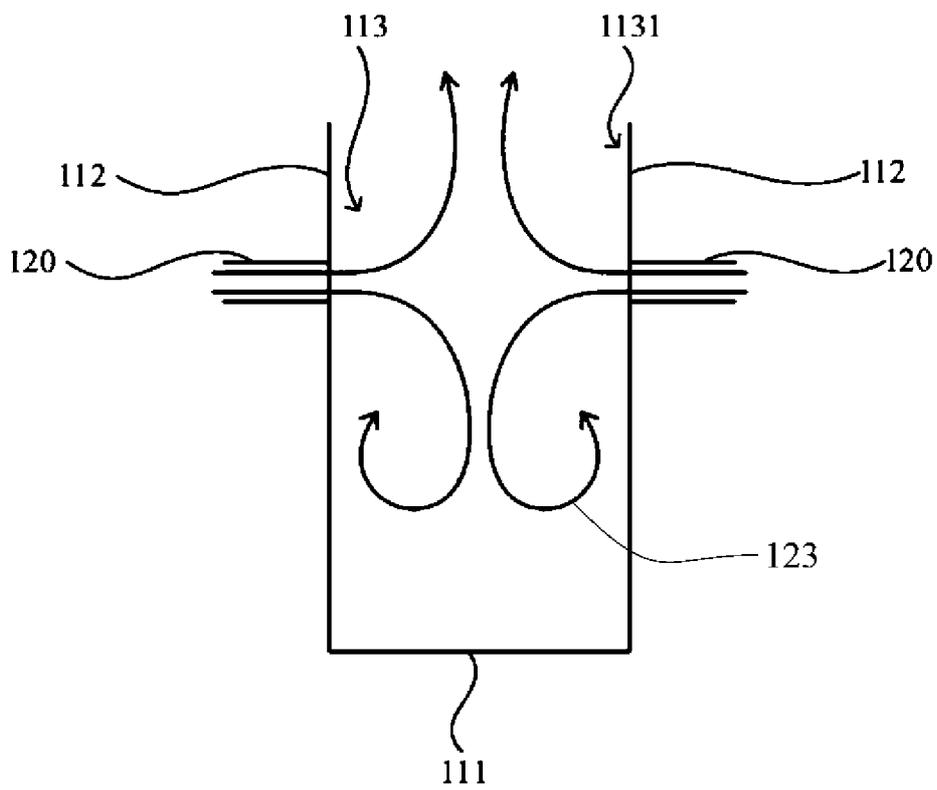
ФИГ. 4



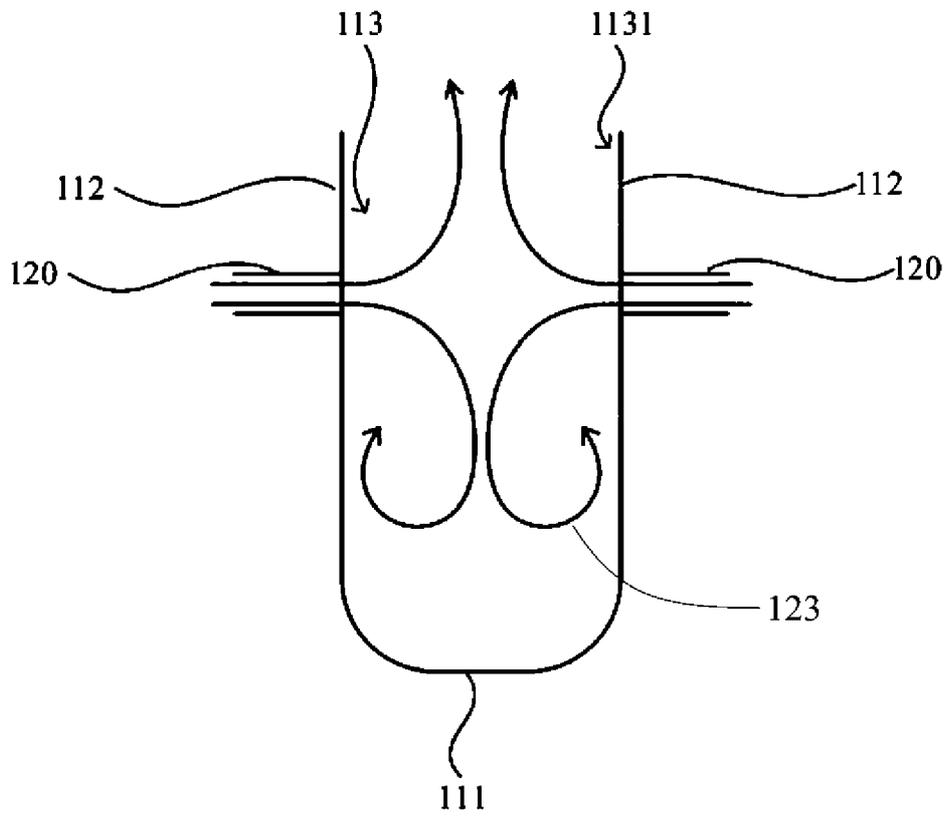
ФИГ. 5



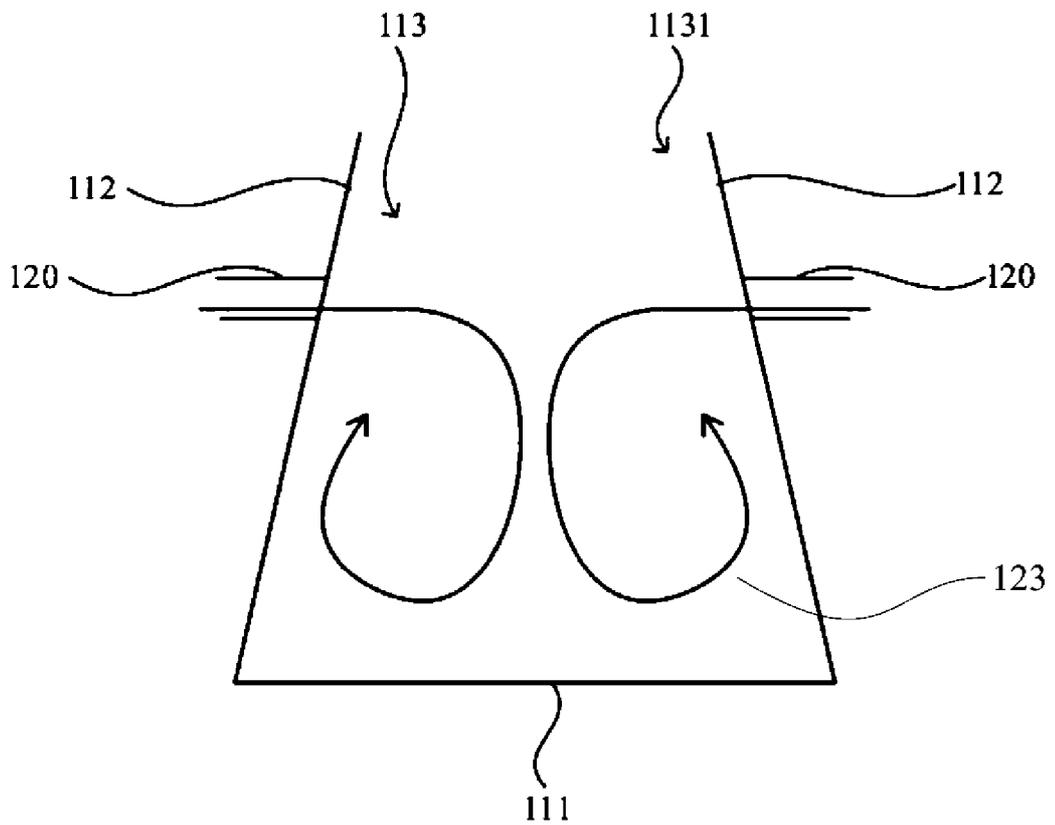
ФИГ. 6



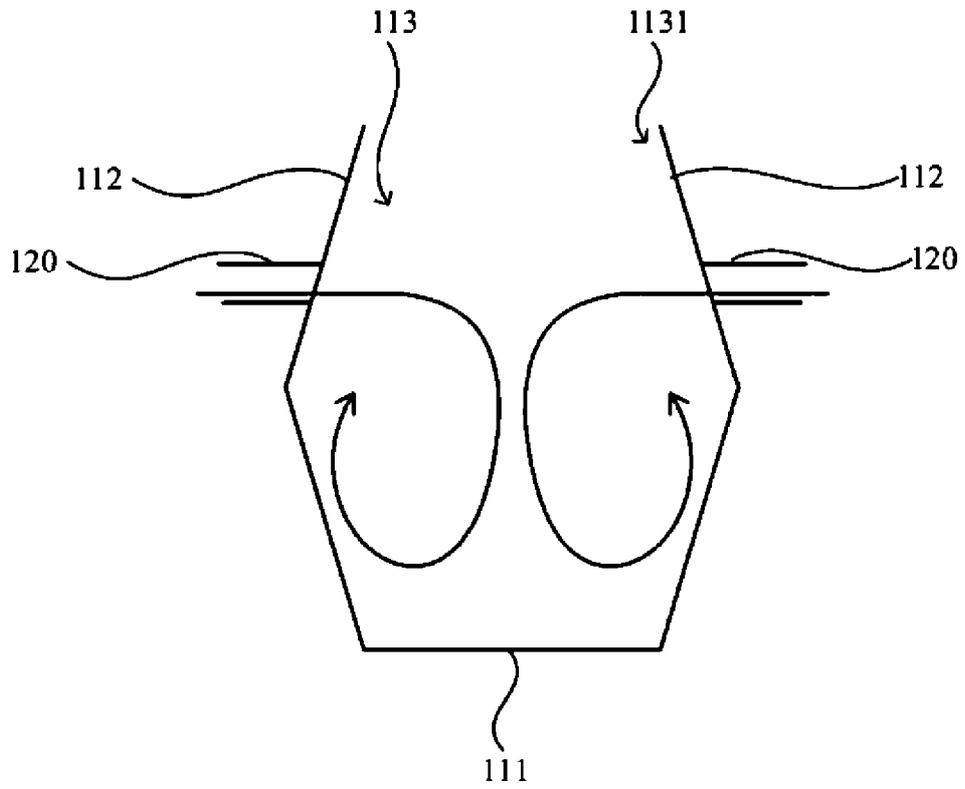
ФИГ. 7



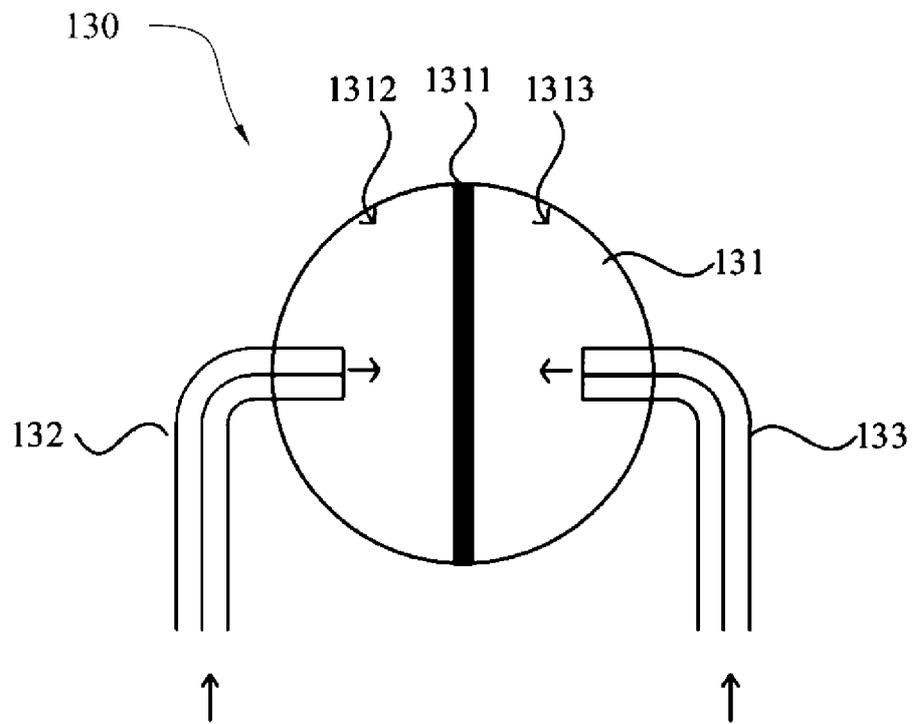
ФИГ. 8



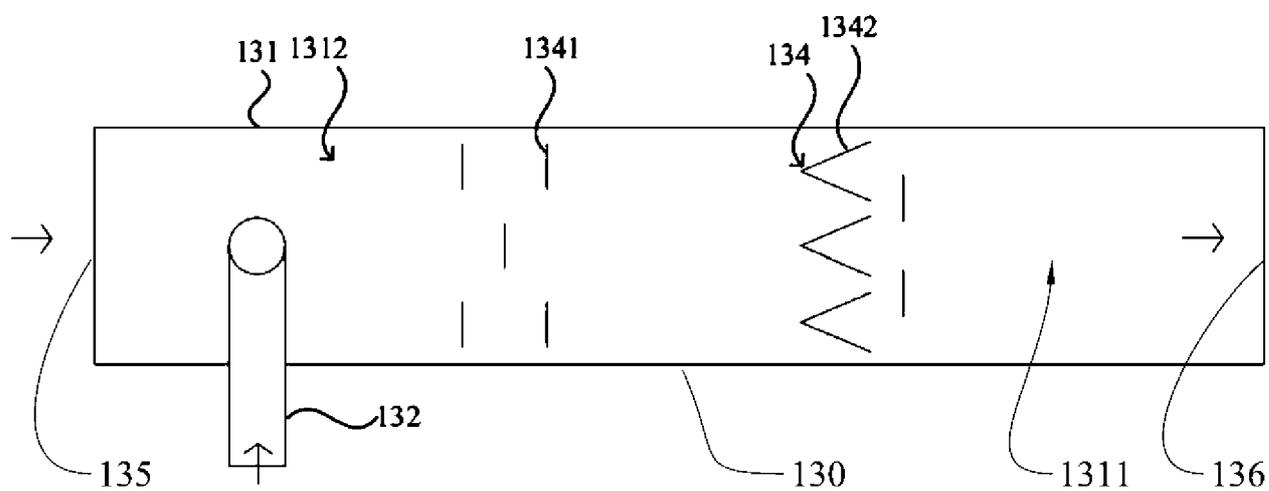
ФИГ. 9



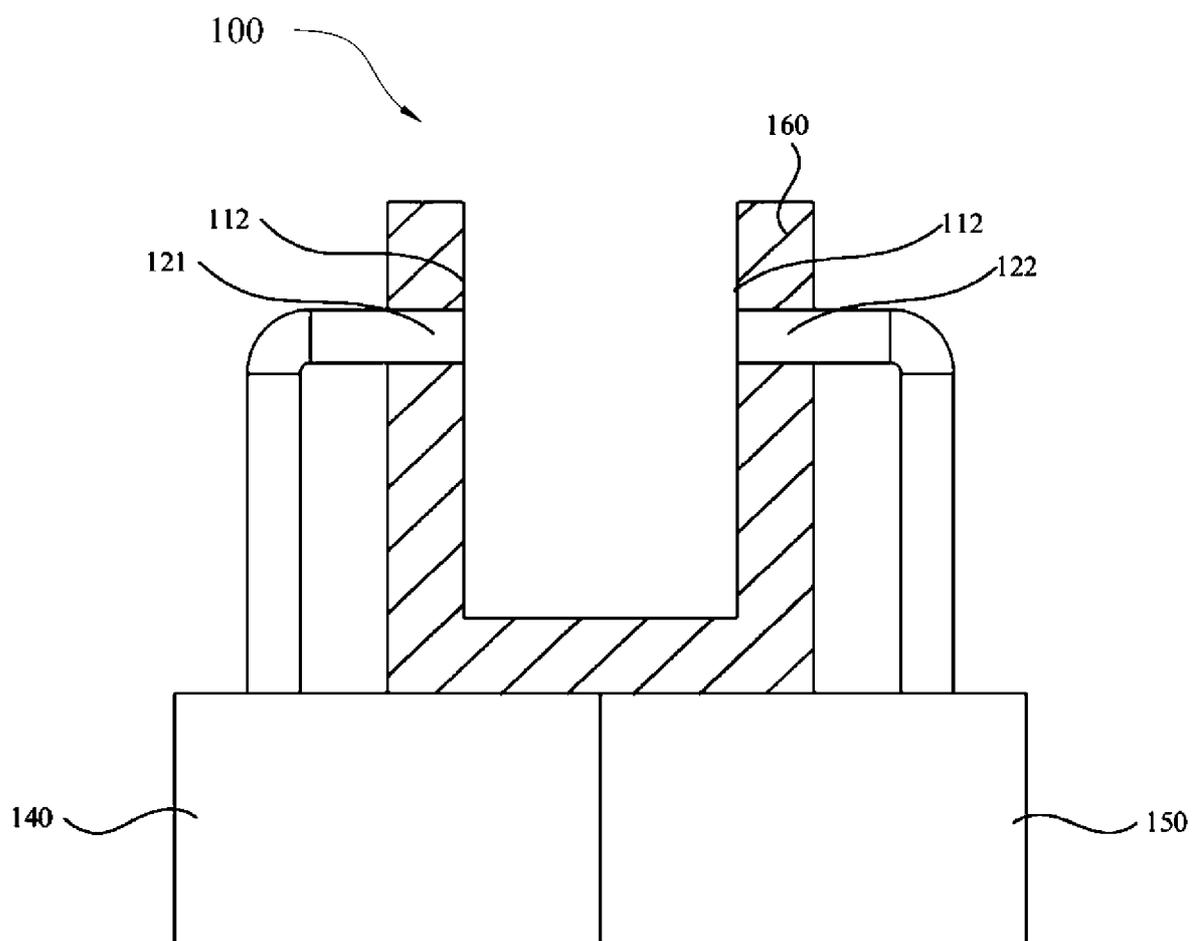
ФИГ. 10



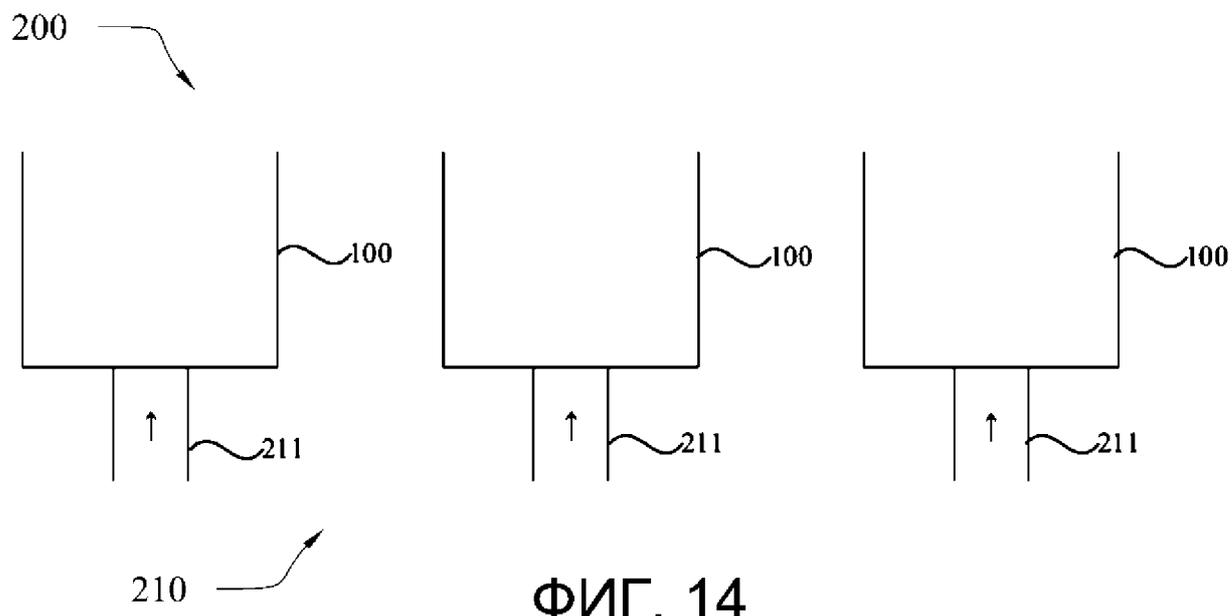
ФИГ. 11



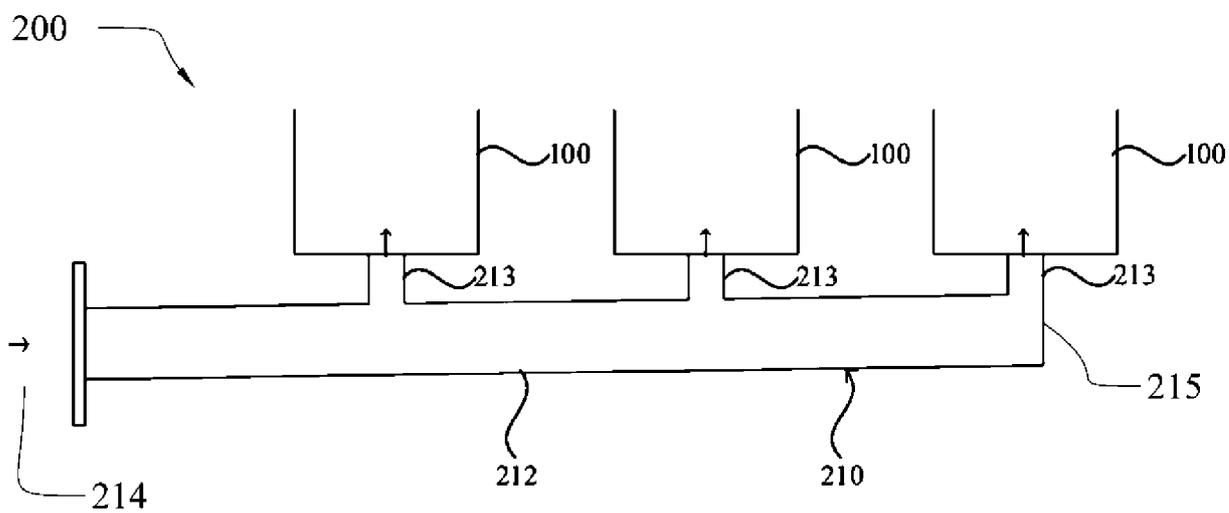
ФИГ. 12



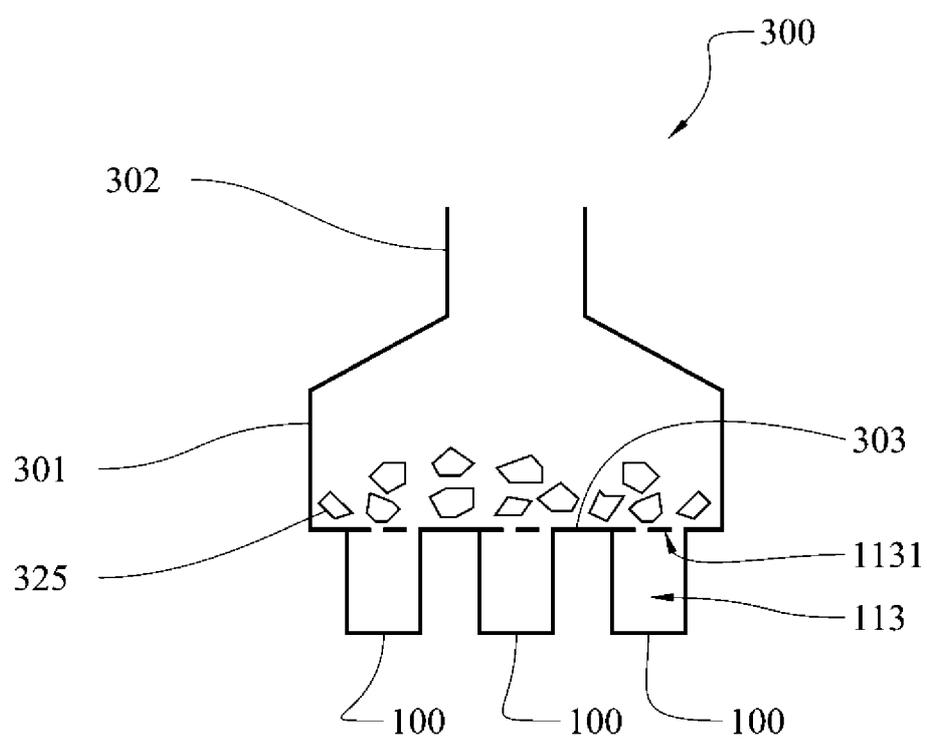
ФИГ. 13



ФИГ. 14



ФИГ. 15



ФИГ. 16