



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
C03B 5/235 (2018.05)

(21) (22) Заявка: 2017126114, 16.12.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
16.12.2015

Дата регистрации:  
15.04.2019

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
23.12.2014 US 62/095,999

(43) Дата публикации заявки: 21.01.2019 Бюл. № 3

(45) Опубликовано: 15.04.2019 Бюл. № 11

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на  
национальной фазе: 20.07.2017

(86) Заявка РСТ:  
US 2015/065997 (16.12.2015)

(87) Публикация заявки РСТ:  
WO 2016/106035 (30.06.2016)

Адрес для переписки:  
119019, Москва, Гоголевский бульвар, 11,  
"Гоулинг ВЛГ (Интернэшнл) Инк.",  
В.М.Угрюмову

(72) Автор(ы):

**ИЁХА Осемвенгие Уи (US),  
КОБАЯСИ Хисаси (US),  
ЭВЕНСОН Юэн Дж. (CA)**

(73) Патентообладатель(и):

**ПРАКСАЙР ТЕКНОЛОДЖИ, ИНК. (US)**

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: SU 1306913 A1, 30.04.1987. EA  
201001538 A1, 29.04.2011. SU 986873 A1,  
07.01.1983. RU 2423324 C2, 10.07.2011. SU  
1017691 A1, 15.05.1983. WO 2009092950 A3,  
22.10.2009.

(54) ГОРЕЛКИ ДЛЯ СТЕКЛОВАРЕННЫХ ПЕЧЕЙ, ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ПОД УГЛОМ ВВЕРХ

(57) Реферат:

Изобретение относится к производству стекла и конструкциям стекловаренных печей. Способ включает подачу материала стекольной шихты в печь, содержащую заднюю стенку и переднюю стенку, обращенные друг к другу, и две боковых стенки. Четыре стенки образуют камеру, купол над камерой, находящийся в контакте с четырьмя стенками, по меньшей мере одно отверстие, через которое подлежащий расплавлению материал можно подавать в камеру, по меньшей мере одно отверстие в передней стенке, через которое расплавленное стекло можно выводить из камеры, и слой расплавленного стекла внутри

камеры, контактирующий с внутренними частями четырех стенок. Подача газообразного окислителя с содержанием кислорода по меньшей мере 21 об. % и топлива осуществляют в горелку, расположенную в отверстии в боковой стенке, которое находится в диапазоне от 35% до 65% расстояния от верхней поверхности расплавленного стекла до верха боковой стенки. Горелка ориентирована таким образом, чтобы производить пламя, проходящее внутрь камеры к куполу вдоль линии, которая образует угол больше нуля градусов, составляющий до 15 градусов относительно горизонтальной

плоскости, проходящей через горелку. При горении видимые участки пламени не контактируют с противоположной боковой стенкой, не контактируют с расплавленным стеклом и не контактируют с куполом. Газообразный окислитель и топливо подаются в горелку на разных высотах над расплавленным стеклом. При этом топливо и часть указанного газообразного окислителя подаются выше того уровня, на который подают газообразный окислитель в количестве, требуемом в соответствии со стехиометрическим балансом. В результате сгорания на верхней поверхности

пламени или вблизи нее образуется слой, в котором содержится несгоревшее топливо, частично сгоревшее топливо и продукты, образовавшиеся в результате частичного сгорания топлива, и в котором общее количество несгоревшего топлива, частично сгоревшего топлива и продуктов, образовавшихся в результате частичного сгорания топлива, превышает их количество в областях пламени ниже этого слоя. Предотвращается образование оксидов азота и разрушение свода над печью. 2 з.п. ф-лы, 6 ил.

R U 2 6 8 4 7 9 2 C 2

R U 2 6 8 4 7 9 2 C 2



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(19) **RU** (11)**2 684 792**<sup>(13)</sup> **C2**(51) Int. Cl.  
*C03B 5/235* (2006.01)(52) CPC  
*C03B 5/235* (2018.05)(21) (22) Application: **2017126114, 16.12.2015**(24) Effective date for property rights:  
**16.12.2015**Registration date:  
**15.04.2019**

Priority:

(30) Convention priority:  
**23.12.2014 US 62/095,999**(43) Application published: **21.01.2019** Bull. № 3(45) Date of publication: **15.04.2019** Bull. № 11(85) Commencement of national phase: **20.07.2017**(86) PCT application:  
**US 2015/065997** (16.12.2015)(87) PCT publication:  
**WO 2016/106035** (30.06.2016)Mail address:  
**119019, Moskva, Gogolevskij bulvar, 11, "Gouling  
VLG (Interneshnl) Ink.", V.M.Ugryumovu**

(72) Inventor(s):

**IEKHA Osemvengie Ui (US),  
KOBAYASI Khisasi (US),  
EVENSON Yuen Dzh. (CA)**

(73) Proprietor(s):

**PRAKSAJR TEKNOLODZHI, INK. (US)**(54) **BURNERS FOR GLASS-MELTING FURNACES ORIENTED AT ANGLE UPWARDS**

(57) Abstract:

FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: invention relates to production of glass and glassmaking furnaces. Proposed method comprises feeding material of glass charge into furnace including rear wall and front wall facing each other and two side walls. Four walls form a chamber, a canopy above the chamber, which is in contact with four walls, at least one hole, through which material to be melted can be supplied into the chamber, at least one hole in the front wall, through which molten glass can be removed from the chamber, and a layer of molten glass inside the chamber in contact with inner parts of four walls. Supply of gaseous oxidizer with oxygen content of at least 21 vol. % and fuel is fed into a burner located in a hole in the side wall, which is in range from 35 %

to 65 % of the distance from the upper surface of molten glass to the top of the side wall. Burner is oriented so that to produce a flame passing inside the chamber to the canopy along the line which forms an angle exceeding zero degrees making up to 15 degrees relative to the horizontal plane passing through the burner. In combustion, visible flame areas do not contact with opposite side wall, do not contact with molten glass and do not contact with dome. Gaseous oxidant and fuel are fed into burner at different heights above molten glass. Fuel and part of said gaseous oxidant are fed above the level whereto gaseous oxidant is supplied in amount required in compliance with stoichiometric balance. As a result of combustion on upper surface of flame or near it a layer is formed,

which contains unburnt fuel, partially burnt fuel and products formed as a result of partial combustion of fuel, and in which total amount of unburned fuel, partially burnt fuel and products formed as a result of partial combustion of fuel, exceeds their number in

areas of flame below this layer.

EFFECT: preventing the formation of nitrogen oxides and breaking the roof above the furnace.

3 cl, 6 dwg

R U 2 6 8 4 7 9 2 C 2

R U 2 6 8 4 7 9 2 C 2

### Область применения изобретения

Настоящее изобретение относится к производству стекла и, более конкретно, к внесению усовершенствований в конструкцию и принцип работы стекловаренных печей.

### Предпосылки создания изобретения

5 В стекловаренных печах, в которых можно использовать настоящее изобретение, топливо сгорает внутри камеры с получением теплоты сгорания, которая применяется для плавки материалов стекольной шихты, присутствующих в стекловаренной печи. Такие стекловаренные печи могут обладать любыми из ряда эксплуатационных недостатков. Одним из таких недостатков является образование оксидов азота при  
10 сгорании внутри стекловаренной печи. Другим недостатком является возможное разрушение внутренней поверхности свода («купола») над печью, которое предположительно обусловлено взаимодействием внутренней поверхности купола с летучими веществами, которые выделяются из расплавленных материалов стекольной шихты. В настоящем изобретении предложена уникальная конструкция печи и режим  
15 работы, которые позволяют уменьшить или сократить данные недостатки.

В патенте США № 6,253,578 описана конструкция печи, которая уменьшает риск повреждения купола печи. Хотя применение такой конструкции в технологических процессах стекловарения теоретически возможно, оно может оказаться существенно ограниченным в реальных условиях.

20 В патенте США № 8,256,245 описана стекловаренная печь, в которой горелка направлена на материалы стекольной шихты. Настоящее изобретение отличается от этого описания, и считается, что оно обеспечивает превосходные эксплуатационные преимущества.

### Краткое изложение сущности изобретения

25 Один аспект настоящего изобретения представляет собой печь, содержащую:

(А) заднюю стенку и переднюю стенку, которые обращены друг к другу, и две боковых стенки, которые обращены друг к другу, причем четыре стенки образуют камеру, купол над камерой, находящийся в контакте с четырьмя стенками, по меньшей мере одно отверстие, через которое подлежащий расплавлению материал стекольной  
30 шихты можно подавать в камеру, по меньшей мере одно отверстие в передней стенке, через которое расплавленное стекло можно выводить из камеры, и слой расплавленного стекла внутри камеры, контактирующий с внутренними частями четырех стенок, причем расстояние от верхней поверхности расплавленного стекла до соединения боковых стенок и купола составляет 1,1-1,7 метра (3,5-5,5 фута); и

35 (В) по меньшей мере одну горелку, расположенную в отверстии в боковой стенке, которое находится в диапазоне от 35% до 65% расстояния от верхней поверхности расплавленного стекла до верха боковой стенки, причем горелка ориентирована таким образом, чтобы производить пламя, проходящее внутрь камеры к куполу вдоль линии, которая образует угол до 15 градусов относительно горизонтальной плоскости,  
40 проходящей через горелку.

Другой аспект настоящего изобретения представляет собой способ стекловарения, включающий:

(А) подачу материала стекольной шихты в печь, содержащую заднюю стенку и переднюю стенку, которые обращены друг к другу, и две боковых стенки, которые  
45 обращены друг к другу, причем четыре стенки образуют камеру, купол над камерой, находящийся в контакте с четырьмя стенками, по меньшей мере одно отверстие, через которое подлежащий расплавлению материал можно подавать в камеру, по меньшей мере одно отверстие в передней стенке, через которое расплавленное стекло можно

выводить из камеры, и слой расплавленного стекла внутри камеры, контактирующий с внутренними частями четырех стенок, причем расстояние от верхней поверхности расплавленного стекла до соединения боковых стенок и купола составляет 1,1-1,7 метра (3,5-5,5 фута); и

- 5 (В) сжигание топлива и газообразного окислителя в горелке, которая расположена в отверстии в боковой стенке, которое находится в диапазоне от 35% до 65% расстояния от верхней поверхности расплавленного стекла до верха боковой стенки, причем горелка ориентирована таким образом, чтобы производить пламя, проходящее внутрь камеры к куполу вдоль линии, которая образует угол до 15 градусов относительно
- 10 горизонтальной плоскости, проходящей через горелку, и причем видимые участки пламени не контактируют с противоположной боковой стенкой, не контактируют с расплавленным стеклом и не контактируют с куполом.

Краткое описание чертежей

- На Фиг. 1 представлен схематический вид в перспективе стекловаренной печи, с
- 15 помощью которой настоящее изобретение может быть реализовано на практике.

На Фиг. 2 представлен вид сверху печи, изображенной на Фиг. 1.

На Фиг. 3 представлен вид печи, изображенной на Фиг. 1, в поперечном сечении, выполненном вдоль вертикальной плоскости, проходящей через горелку 11.

- На Фиг. 4А представлен вид в перспективе горелки, подходящей для использования
- 20 в настоящем изобретении.

На Фиг. 4В представлен вид сверху горелки, показанной на Фиг. 4А.

На Фиг. 4С представлен вид спереди в горизонтальной проекции другой горелки, подходящей для использования в настоящем изобретении.

Подробное описание изобретения

- Как показано на Фиг. 1, 2 и 3, печь 1 представляет собой стекловаренную печь или
- 25 любую другую печь, в которой загрузка подвергается воздействию очень высоких температур, обеспечиваемых за счет сгорания внутри печи. Примеры других печей, подходящих для использования с настоящим изобретением, включают печи для сжигания отходов, печи для плавки цветных металлов, таких как медь или алюминий, и печи для
- 30 нагрева или повторного нагрева изделий из черных металлов, таких как прутки, стержни и слитки.

- В стекловаренной печи ингредиенты стекольной шихты, такие как кальцинированная сода, селитра, диоксид кремния, силикат натрия и/или битое стекло («стекольный бой»),
- 35 подают в печь через загрузочное отверстие 31 (Фиг. 2), где они сплавляются с образованием ванны 6 расплавленного стекла. Печь 1 включает в себя боковые стенки 2А и 2В, торцевую стенку 3 и переднюю стенку 4, которая включает в себя отверстие 9, через которое расплавленное стекло, находящееся внутри печи 1, может вытекать из печи 1. Купол 5, показанный на Фиг. 3, примыкает к боковым стенкам 2А и 2В,
- 40 торцевой стенке 3 и передней стенке 4. Верхом боковых стенок 2А и 2В считают место, где наклон внутренней части печи изменяется от наклона 21 (обычно вертикаль) боковых стенок к ориентации внутренней поверхности 23 купола, которая может быть изогнутой (как показано на Фиг. 3) или плоской, например горизонтальной или расположенной под углом относительно вертикали. Купол 5 не показан на Фиг. 1 и 2 для удобства рассмотрения внутренней части печи 1.

- 45 Печь 1 может быть оснащена одной горелкой 11, но предпочтительно в ней предусмотрено множество горелок 11 в боковых стенках 2А и 2В. На Фиг. 1 и 2 показан один из многих возможных вариантов осуществления такой конструкции, причем горелки в противоположных боковых стенках предусмотрены в шахматном порядке

таким образом, что горелки не обращены непосредственно друг к другу.

В каждую горелку 11 подают газообразный окислитель 15 и топливо 16. В настоящем документе дополнительно описаны подходящие окислители и топливо.

5 Как показано на Фиг. 3, горелка 11 (которая, как указано, может быть единственной такой имеющейся горелкой или предпочтительно представляет собой одну из многих других таких горелок 11 в одной или предпочтительно обеих боковых стенках печи) расположена в боковой стенке 2А таким образом, что расстояние от верхней поверхности 8 расплавленного стекла 6 до отверстия 39 в боковой стенке составляет от 35% до 65% от общего расстояния от верхней поверхности расплавленного стекла 10 8 до верха боковой стенки 2А, в которой расположено отверстие 39.

Горелка или горелки 11 в соответствии с настоящим изобретением установлены таким образом, что горелка создает пламя, которое проходит от горелки у отверстия 39 или через него в боковой стенке вверх к куполу 5 вдоль линии А-А, которая образует угол G до 15 градусов (предпочтительно больше нуля градусов) относительно 15 горизонтальной плоскости Н-Н, которая проходит через горелку. Линия А-А представляет собой воображаемую линию, которая является эквидистантной (равноудаленной) от самых удаленных краев пламени и которая проходит в направлении от выхода горелки в печь. Например, когда горелка образует широкое плоское пламя, предполагается, что линия А-А представляет собой воображаемую линию, которая 20 расположена в плоскости пламени и равноудалена от внешних краев пламени в плоскости; а когда горелка образует коническое пламя, предполагается, что линия А-А представляет собой воображаемую линию, которая является осью вращения этой конической формы. Предполагается, что линия А-А встречается с горелкой у отверстия горелки, из которого выходят и сгорают топливо и кислород.

25 Линия А-А, вдоль которой пламя проходит от горелки, предпочтительно расположена в вертикальной плоскости, которая перпендикулярна боковой стенке, от которой пламя проходит в печь. Таким образом, в печи, у которой четыре стенки образуют прямоугольник, пламя предпочтительно проходит «прямо через» внутреннюю часть 30 печи к противоположной боковой стенке. Однако эта вертикальная плоскость может образовывать угол до 30 градусов относительно боковой стенки, от которой проходит пламя.

Во время работы каждая горелка 11 сжигает газообразный окислитель 15 и топливо 16 во внутренней части печи 1. Газообразный окислитель 15 подают в каждую горелку 11. Окислитель 15 представляет собой любой газ или газовую смесь с содержанием 35 кислорода. Одним подходящим окислителем 15 является воздух с содержанием кислорода 20,9 об.%. Предпочтительно, чтобы содержание кислорода в газообразном окислителе 15 составляло по меньшей мере 21 об.%, более предпочтительно - более 50 об.%, еще более предпочтительно - более 85 об.%.

Окислитель 15 с желаемым содержанием кислорода можно обеспечить любым из 40 нескольких способов. Его можно получить из отдельного коммерческого источника уже с желаемым содержанием кислорода. Его можно получить путем объединения воздуха и потока с более высоким содержанием, содержание кислорода в котором превышает желаемое конечное содержание кислорода для окислителя 15; в этом случае поток с более высоким содержанием можно получить из отдельного коммерческого 45 источника или можно получить посредством местной промышленной воздухоразделительной установки, которая обеспечивает поток продукта, содержание кислорода в котором превышает желаемое общее содержание кислорода в окислителе 15.

Подходящие виды топлива 16 включают любой газообразный или жидкий углеводород, такой как нефтепродукт, или углеводород или смесь углеводородов, которые представляют собой жидкости в стандартных условиях (т. е. при температуре 25 °С и давлении 0,1 мегапаскаль (1 атм)). Предпочтительными видами топлива являются углеводороды, которые являются газообразными при стандартных условиях, такие как природный газ, метан, пропан и т. п.

Окислитель 15, или топливо 16, или оба из них могут подаваться в каждую горелку 11 из их источника по питающим линиям, которые выполнены отдельно для каждой горелки. В альтернативном варианте осуществления окислитель 15, или топливо 16, или оба могут подаваться во множество горелок 11 через коллектор, подача в который осуществляется от его источника посредством одной питающей линии.

Окислитель и топливо подают в горелку или горелки 11 и сжигают. Скорости и стехиометрическое соотношение обеспечиваются в соответствии с представленным в настоящем документе описанием таким образом, чтобы получить преимущества настоящего изобретения.

Окислитель и топливо следует подавать в каждую горелку 11 с такими скоростями, чтобы при сгорании окислителя и топлива в горелке видимое пламя, образующееся в результате сгорания, никак не контактировало с боковой стенкой печи 1, расположенной напротив боковой стенки, в которой расположена горелка. Это помогает защитить противоположную боковую стенку от чрезмерного разрушения.

Кроме того, окислитель и топливо следует подавать в горелку 11 с такими скоростями, чтобы видимое пламя, образующееся при сгорании окислителя и топлива, никак не контактировало с поверхностью 8 расплавленного стекла 6. Видимое пламя представлено на Фиг. 3 как пламя 41.

Кроме того, скорости, с которыми окислитель и топливо подаются в горелку 11, должны быть такими, чтобы видимое пламя, образующееся при сгорании окислителя и топлива, никак не контактировало с внутренней поверхностью купола 5.

Эти условия выполняются путем надлежащего обеспечения соответствующих скоростей подачи окислителя и топлива. Типичными примерами подходящих скоростей в центральных трубах подачи газа к горелкам являются скорость подачи окислителя в диапазоне 21-107 (м/с) (70-350 (футов/с)) и скорость подачи топлива 21-61 (м/с) (70-200 (футов/с)).

Пламя, которое формируется на горелке 11 в соответствии с настоящим изобретением, отличается тем, что радиационный тепловой поток от верхней поверхности пламени (обозначена как элемент 81 на Фиг. 3) к куполу 5 на любом заданном расстоянии от верхней поверхности пламени меньше радиационного теплового потока от нижней поверхности пламени (обозначена как элемент 82 на Фиг. 3) к расплавленному стеклу 6 на таком же заданном расстоянии от нижней поверхности пламени.

Это условие может выполняться путем осуществления сгорания при условиях, которые способствуют образованию слоя 83 на верхней поверхности пламени или вблизи нее, в котором общее количество несгоревшего топлива, частично сгоревшего топлива и продуктов, образовавшихся в результате частичного сгорания топлива, превышает их количество в областях пламени ниже этого слоя. Такое несгоревшее топливо, частично сгоревшее топливо и продукты, образовавшиеся в результате частичного сгорания, также можно называть «сажей». Это условие может выполняться путем осуществления «поэтапного сгорания», т.е. сгорания, при котором топливо подается в печь вблизи от места, где в печь подается только часть общего количества кислорода, необходимого для полного сгорания топлива, а оставшееся количество



кислорода, необходимое для полного сгорания топлива, подается в печь на большем расстоянии от места подачи топлива.

Образование желаемого слоя 83 можно стимулировать путем осуществления сгорания с помощью горелок, в которые топливо и окислитель подаются на разных высотах над расплавленным стеклом 6, причем топливо (и предпочтительно только часть окислителя, необходимого для полного сгорания этого топлива) подается выше того уровня, на который подают окислитель в количестве, требуемом в соответствии со стехиометрическим балансом. Примеры горелок, подходящих для такой эксплуатации, показаны на Фиг. 4А, 4В и 4С. Горелка, представленная на Фиг. 4А и 4В, относится к типу, описанному в патенте США № 6,132,204, и часто называется широкопламенной горелкой, поскольку пламя, которое обычно формируется при ее работе, является широким и относительно плоским.

На Фиг. 4А горелка 11 принимает форму горелки 61, которая включает в себя верхний ряд 62 отверстий 64, 66 и 68 и нижний ряд 63 отверстий 65, 67 и 69. Отверстие 64 находится в конце канала, по которому подается один компонент из окислителя или топлива, предпочтительно окислитель. Отверстие 64b находится в конце канала, по которому подается другой компонент из окислителя или топлива, предпочтительно топливо. Отверстие 64b находится внутри отверстия 64 и предпочтительно расположено

внутри отверстия 64 концентрически, образуя кольцевое пространство 64с.

Аналогично отверстие 66 находится в конце канала, по которому подается один компонент из окислителя или топлива, предпочтительно окислитель. Отверстие 66b находится в конце канала, по которому подается другой компонент из окислителя или топлива, предпочтительно топливо. Отверстие 66b находится внутри отверстия 66 и предпочтительно расположено в отверстии 66 концентрически, образуя кольцевое пространство 66с. Отверстие 68 находится в конце канала, по которому подается один компонент из окислителя или топлива, предпочтительно окислитель. Отверстие 68b находится в конце канала, по которому подается другой компонент из окислителя или топлива, предпочтительно топливо. Отверстие 68b находится внутри отверстия 68 и предпочтительно расположено в отверстии 68 концентрически, образуя кольцевое пространство 68с.

Предпочтительно, чтобы, как лучше всего показано на Фиг. 4В, отверстия 64 и 68 были ориентированы таким образом, чтобы каждая их соответствующая ось 64а и 68а имела форму расходящихся лучей относительно оси 66а отверстия 66. Отверстия 65 и 69 аналогично ориентированы таким образом, чтобы их соответствующие оси (не видны на виде сверху на Фиг. 4В) имели форму расходящихся лучей относительно оси отверстия 67.

При предпочтительном способе работы горелки в соответствии с настоящим изобретением, представленной на Фиг. 4А и 4В, топливо подается в отверстия 64b, 66b и 68b и через них в печь 1, а окислитель подается в кольцевые пространства 64с, 66с и 68с и через них в печь 1. Окислитель подается в отверстия 65, 67 и 69 и через них в печь 1, в которой происходит сгорание топлива и окислителя.

Желаемый слой 83 в соответствии с настоящим изобретением предпочтительно обеспечивается путем подачи топлива через отверстия 64b, 66b и 68b и подачи окислителя через отверстия 64, 66 и 68 так, чтобы количества подаваемого кислорода позволяли топливу находиться в молярном избытке относительно кислорода. Предпочтительно, чтобы общее количество кислорода, подаваемого через отверстия 64, 66 и 68, составляло менее 30% от общего количества кислорода, необходимого для полного сгорания

подаваемого топлива. Дополнительное количество кислорода, необходимое для полного сгорания топлива, содержится в окислителе, который подается через отверстия 65, 67 и 69. Не сгоревший в слое 83 материал сгорает в печи с этим дополнительным кислородом.

5 На Фиг. 4С горелка 11 принимает форму горелки 71, которая включает в себя верхнее отверстие 72 и нижнее отверстие 73. При предпочтительном способе работы горелки в соответствии с настоящим изобретением, представленной на Фиг. 4С, топливо подается в отверстие 72 и через него в печь 1, а окислитель подается в отверстия 72 и 73 и через них в печь 1, где происходит сгорание топлива и окислителя. Топливо, подаваемое  
10 через отверстие 72, находится в стехиометрическом избытке относительно кислорода, содержащегося в окислителе, который подается через отверстие 72, а кислород в количестве, требуемом в соответствии со стехиометрическим балансом, подается через другие отверстия в печи.

Осуществление сгорания таким образом приводит к образованию слоя 83, который  
15 частично экранирует купол от радиационной передачи тепла от пламени 81, тогда как нижние участки пламени (т. е. расположенные дальше от купола 5) обеспечивают желаемую беспрепятственную радиационную передачу тепла к расплавленному стеклу 6. Это и направленное под углом вверх пламя, которое приводит к снижению скорости атмосферы печи у поверхности расплавленного стекла, в свою очередь обеспечивает  
20 защиту купола от повреждения в результате воздействия чрезмерной температуры и защиту купола от попадания частиц из атмосферы печи (например, выделяющихся из расплавленного стекла), которые могут вступать в реакцию с внутренней поверхностью купола и ускорять нежелательное разрушение этой поверхности.

Способ работы в соответствии с настоящим изобретением также обеспечивает  
25 преимущества, которые заключаются в уменьшении образования оксидов азота и загрязняющих частиц в газообразных продуктах сгорания.

#### (57) Формула изобретения

##### 1. Способ стекловарения, включающий:

30 (А) подачу материала стекольной шихты в печь, содержащую заднюю стенку и переднюю стенку, которые обращены друг к другу, и две боковых стенки, которые обращены друг к другу, причем четыре стенки образуют камеру, купол над камерой, находящийся в контакте с четырьмя стенками, по меньшей мере одно отверстие, через которое подлежащий расплавлению материал можно подавать в камеру, по меньшей  
35 мере одно отверстие в передней стенке, через которое расплавленное стекло можно выводить из камеры, и слой расплавленного стекла внутри камеры, контактирующий с внутренними частями четырех стенок, причем расстояние от верхней поверхности расплавленного стекла до соединения боковых стенок и купола составляет 1,1-1,7 метра (3,5-5,5 фута); и

40 (В) подачу газообразного окислителя с содержанием кислорода по меньшей мере 21 об. % и топлива в горелку, которая расположена в отверстии в боковой стенке, которое находится в диапазоне от 35% до 65% расстояния от верхней поверхности расплавленного стекла до верха боковой стенки, причем горелка ориентирована таким образом, чтобы производить пламя, проходящее внутрь камеры к куполу вдоль линии,  
45 которая образует угол больше нуля градусов, составляющий до 15 градусов, относительно горизонтальной плоскости, проходящей через горелку, и сжигание в указанной горелке указанного газообразного окислителя и указанного топлива, поданных в указанную горелку, и причем видимые участки пламени не контактируют

с противоположной боковой стенкой, не контактируют с расплавленным стеклом и не контактируют с куполом; и

причем указанное сгорание осуществляется в горелке, в которую указанный газообразный окислитель и указанное топливо подаются на разных высотах над расплавленным стеклом; и

причем котором указанное сгорание осуществляется в горелке, в которую указанное топливо и часть указанного газообразного окислителя подаются выше того уровня, на который подают газообразный окислитель в количестве, требуемом в соответствии со стехиометрическим балансом;

где в результате указанного сгорания на верхней поверхности пламени или вблизи нее образуется слой, в котором содержится несгоревшее топливо, частично сгоревшее топливо и продукты, образовавшиеся в результате частичного сгорания топлива, и в котором общее количество несгоревшего топлива, частично сгоревшего топлива и продуктов, образовавшихся в результате частичного сгорания топлива, превышает их количество в областях пламени ниже этого слоя.

2. Способ стекловарения по п. 1, в котором скорость газообразного окислителя в горелке составляет 70-350 футов/с.

3. Способ стекловарения по п. 1, в котором указанное сгорание осуществляется в горелке, содержащей верхний ряд отверстий, каждое из которых содержит два концентрических канала, где по одному из концентрических каналов подается топливо, а по другому - часть указанного газообразного окислителя, и нижний ряд отверстий, через которые подается газообразный окислитель.

25

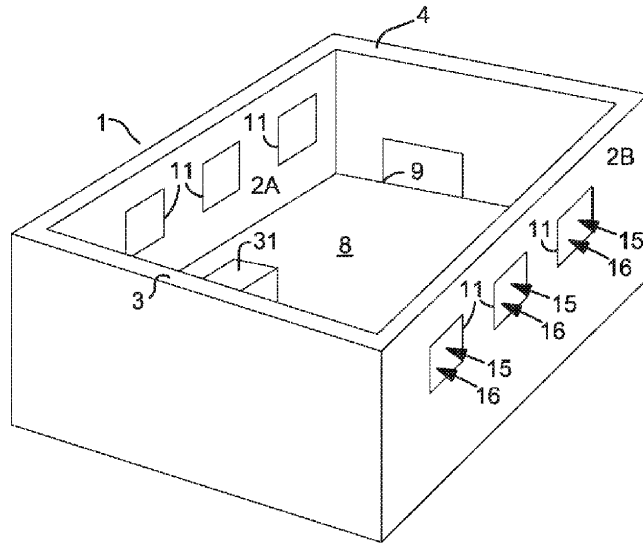
30

35

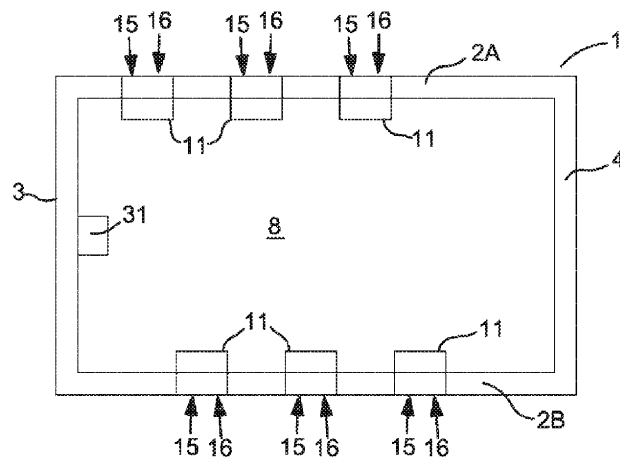
40

45

1



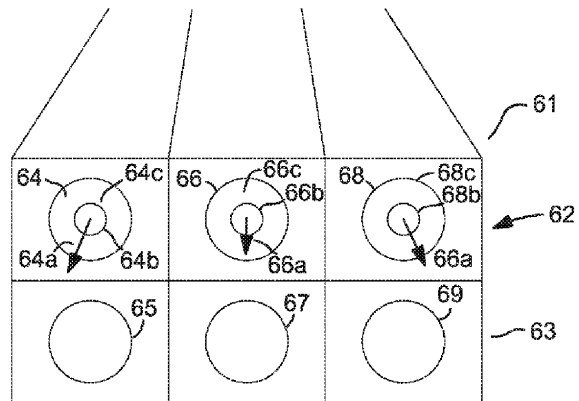
ФИГ. 1



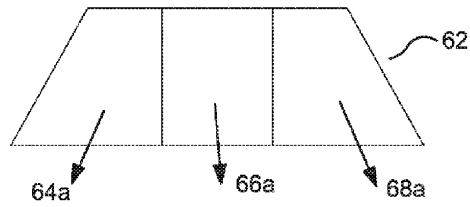
ФИГ. 2

2

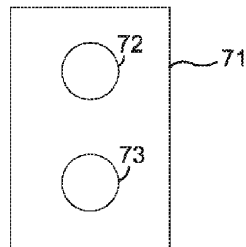




**ФИГ. 4А**



**ФИГ. 4В**



**ФИГ. 4С**