



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 235 070** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) МПК⁷ **C 03 B 5/235**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(21), (22) Заявка: 2002110176/03, 17.04.2002

(24) Дата начала действия патента: 17.04.2002

(30) Приоритет: 18.04.2001 DE 10118880.3

(43) Дата публикации заявки: 27.10.2003

(46) Дата публикации: 27.08.2004

(56) Ссылки: US 6047565 A, 11.04.2000. US 5820651 A, 13.10.1998. US 5837028 A, 17.11.1998. EP 0599548 B1, 01.06.1994. RU 2107667 C1, 27.03.1998.

(98) Адрес для переписки:
103735, Москва, ул. Ильинка, 5/2, ООО
"Союзпатент", пат.пов. И.М.Захаровой

(72) Изобретатель: БЕХЕР Юрген (DE),
ВАГНЕР Манфред (DE)

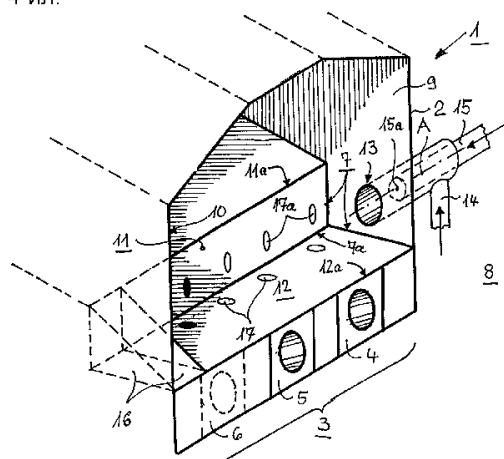
(73) Патентообладатель:
БЕТАЙЛИГУНГЕН ЗОРГ ГМБХ УНД КО. КГ (DE)

(74) Патентный поверенный:
Захарова Ирина Матвеевна

(54) СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОБОГРЕВА СТЕКЛОПЛАВИЛЬНЫХ ПЕЧЕЙ ИСКОПАЕМЫМИ ТОПЛИВАМИ

(57) Устройство для обогрева стеклоплавильных печей, содержащих топочное пространство, содержит регенераторы для нагрева окислительных газов и впадающие в топочное пространство шейки горелок, а также первичные горелки и вторичные горелки, которые относительно первичных горелок образуют каскадное расположение, вторичные горелки эксплуатируют с относительно меньшей долей топлива вторичным топливом. При этом создают пламя с над- и достехиометрическим характером горения и образовавшиеся пламенные газы вплоть до, по меньшей мере, в значительной степени стехиометрического выгорания в топочном пространстве смешивают между собой. Вторичное топливо посредством вторичных горелок вводят в уступ, находящийся в шейке горелки. В уступ на фазе горения соответствующей шейки горелки дополнительно к протекающему по уступу подогретому в регенераторах первичному окислительному газу вдувают вторичный окислительный газ. В случае возникновения заметных углеродных отложений и/или тепловых проблем можно также на фазе

выпуска соответствующей шейки горелки для печных отходящих газов при отключенной вторичной горелке вдувать окислительный газ. Техническая задача изобретения – предотвращение или уменьшение сажевых и графитовых отложений в уступе без повышения содержания оксида азота в печных отходящих газах. 2 с. и 20 з.п. ф-лы, 4 ил.



Фиг. 1



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 235 070** ⁽¹³⁾ **C2**
 (51) Int. Cl.⁷ **C 03 B 5/235**

RUSSIAN AGENCY
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 2002110176/03, 17.04.2002
 (24) Effective date for property rights: 17.04.2002
 (30) Priority: 18.04.2001 DE 10118880.3
 (43) Application published: 27.10.2003
 (46) Date of publication: 27.08.2004
 (98) Mail address:
 103735, Moskva, ul. Il'inka, 5/2, OOO
 "Sojuzpatent", pat.pov. I.M.Zakharovoj

(72) Inventor: BEKHER Jurgen (DE),
 VAGNER Manfred (DE)
 (73) Proprietor:
 BETAJLIGUNGEN ZORG GMBH UND KO. KG
 (DE)
 (74) Representative:
 Zakharova Irina Matveevna

(54) **METHOD AND APPARATUS FOR HEATING OF GLASS MELTING FURNACES WITH FOSSIL FUELS**

(57) Abstract:

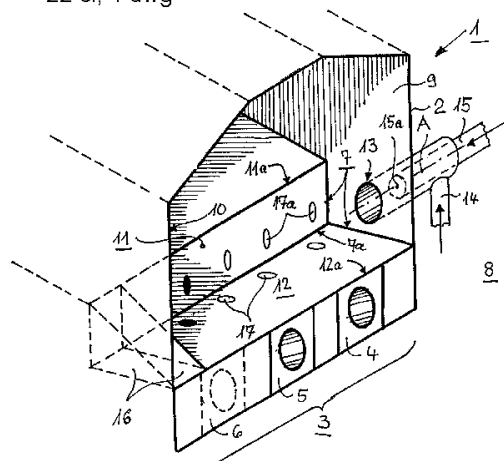
FIELD: method and equipment for glass melting furnaces.

SUBSTANCE: method involves heating glass melting furnaces comprising combustion space by means of apparatus having regenerators for heating of oxidizing gases and burner necks introduced into combustion space, as well as primary burners and secondary burners, disposed in cascade arrangement with respect to primary burners, with secondary burners being operated with relatively smaller amount of fuel, in particular, secondary fuel; creating flame with above- and pre-stoichiometric nature of burning process and mixing resultant flame gases up to time when at least substantial stoichiometric burning out thereof in combustion space is provided; introducing secondary fuel through secondary burners into step inside burner neck; blowing in secondary oxidizing gas into step at burning phase of respective burner neck in addition to primary oxidizing gas flowing on step and heated in regenerators; in case of occurrence of visible carbon deposits and/or difficulties with heating process, blowing

in oxidizing gas at phase of delivery of respective burner neck for flue waste gases, with secondary burner being turned off.

EFFECT: increased efficiency, reduced deposition of ash and graphite in mouth without increasing nitrogen oxide content in waste flue gases.

22 cl, 4 dwg



Фиг. 1

Изобретение относится к способу обогрева стеклоплавильных печей согласно ограничительной части п.1 и устройству согласно ограничительной части п.14 формулы.

Основными проблемами при строительстве и эксплуатации стеклоплавильных печей, помимо снижения удельного расхода энергии на тонну стекла (энергетическая оптимизация), являются уменьшение загрязнения окружающей среды и поддержание состояния печи. К загрязняющим окружающую среду компонентам отходящих газов относятся, в первую очередь, NO_x и CO , оба являются высокотоксичными соединениями, а также сажа и углеводороды.

Для лучшего понимания проблем, возникающих при использовании стеклоплавильных печей с воздушным подогревом за счет регенерации, целесообразно указать на следующие взаимосвязи: порты или шейки горелок эксплуатируют в циклическом переменном ритме. Это относится как к ваннам с подковообразным пламенем, у которых порты горелок расположены рядом друг с другом на одном конце ванны, так и к ваннам с поперечным пламенем, у которых порты горелок расположены на противоположных сторонах ванны. На фазе горения к нагретому воздуху для горения, выходящему из соответствующего регенератора, примешивают топливо, которое обогревает пространство ванны. В то же время у массы строительных материалов регенератора отбирается тепло. На фазе реверсирования очень горячие отходящие печные газы через тот же порт или шейку горелки снова подают к тому же регенератору, и масса его строительных материалов снова нагревается и т.д.

Однако при достехиометрическом пламени или зонах пламени (с избытком воздуха) из-за неполного сгорания образуется сажа, которая осаждается в зоне портов или шеек горелок. С одной стороны, при нестехиометрическом пламени или зонах пламени и последующем стехиометрическом горении в отходящих печных газах возникает желательное низкое содержание NO_x , а с другой стороны, образуется локально нежелательная сажа. Эти проблемы и меры по их устранению в определенной степени диаметрально противоположны, и настоящее изобретение ищет предпочтительный путь решения.

В HVG-Mitteilung Nr. 1894 (стр. 1894-1 - 1894-20) Jutte пишет о докладе, прочитанном в специальном комитете VI Немецкого стеклотехнического общества 19 марта 1997 г. в Вюрцбурге под названием „Erfahrungen mit primarseitigen NO_x -Minderungsmaßnahmen an einer regenerativ beheizten Querbrennerwanne“, суть которого состоит в том, что влияние температуры на образование NO наиболее сильное из всех и часто превышает влияние концентрации O_2 .

В HVG-Mitteilung Nr. 1127 (стр. 261-275) Hein и Leuckel уже писали о докладе, прочитанном 20 октября 1969 г., суть которого в том, что только раннее и стабильно горящее пламя приводит к сильному сажеобразованию. В качестве выхода из этого затруднительного положения

указаны особые конструкции горелок и их эксплуатационные параметры.

В GASWARME International - 49 (2000) Heft 4/5 - апрель/май (стр. 207-212) можно найти статью Ahmad Al-Halbouni под названием „Kontinuierliche Luftstufung: Ein neuer Weg zur Beherrschung des Verbrennungs und Schadstoffverhaltens von Gasflammen“. В ней на стр. 208 с помощью диаграммы поясняются “ NO - CO -ножницы”, причем из диаграммы четко следует, что при низких температурах в камере сгорания преобладает образование CO , сажи и C_xH_x , а при высоких температурах - образование термического NO и NO из N_2O . Возможности уменьшения содержания этих компонентов путем воздействия на температуру в камере сгорания кажутся, следовательно, противоречивыми. В качестве выхода из этого затруднительного положения также здесь указаны особые конструкции горелок и их эксплуатационные параметры.

У стеклоплавильных ванн печей следует учитывать еще и другие параметры плавления, такие как расплавление завалки (смесь, стеклобой), которая плавает на расплаве, последующее осветление и студка расплава, а также установление оптимальной температуры расплава для дальнейшей переработки стекла.

Из DE 4218702 C2 и соответствующих EP 0577881 B1 и USA-5755846 для стеклоплавильных печей, обогреваемых ископаемыми топливами, известно, что для уменьшения выброса оксида азота создают пламя с каскадным направлением как с надстехиометрическими (избыток кислорода), так и с достехиометрическими (избыток топлива) смесями из топлив и окислительных газов, причем окончательное выгорание пламени после перемешивания пламенных газов происходит, по меньшей мере, в основном стехиометрически. Подача первичного топлива, основного количества требуемого топлива, осуществляется при этом через расположенную внизу систему сопел горелок, подача вторичного топлива - через боковую систему сопел горелок, так называемых каскадных горелок, в так называемых портах горелок, через которые все количество подогретого воздуха для горения поступает из регенераторов над нижними горелками. Хотя этот способ пока зарекомендовал себя, желание стеклольной промышленности идет в направлении улучшения характера горения. Воздух для горения имеет тенденцию отклонять пламя каскадной горелки коротким путем в камеру сгорания печи, из-за чего затрудняется смешивание пламенных газов.

Из DE 4244068 C1 известно, что для уменьшения оксидов азота в отходящих газах стеклоплавильной печи в шейке горелки перед ее концом со стороны печи располагают ступенчатую камеру с двумя боковыми стенками, через которые, по меньшей мере, с одной стороны, посредством сопла для горючего газа в ступенчатую камеру вдувают газообразное топливо. За счет действия кромки уступа происходят отрыв течения и завихрение подаваемого через шейку горелки воздуха для горения, и возникает предварительное горение по типу огненного валка при недостатке воздуха, т.е. с достехиометрическим горением, дымовые

газы и пламя которого располагаются в виде разделительного слоя между подаваемым через шейку горелки воздухом для горения и, по меньшей мере, одним пламенем соответствующей нижней топки, в результате чего сгорание топлива в нижней топке замедляется. Связанное с этим снижение пиковых температур приводит к указанному уменьшению образования оксида азота. Оказалось, однако, что из-за недостатка воздуха в огненном валке образуется сажа, которая по мере увеличения толщины осаждается в ступенчатой камере в виде графитового слоя. При реверсировании направления пламени время от времени отделяются пластинчатые графитовые частицы, которые против прежнего направления потока воздуха подхватываются через шейку горелки в регенератор и скапливаются там. Поскольку за регенератором, как правило, установлен работающий от высокого напряжения электрофильтр, графитовые частицы попадают наконец также в электрофильтр и вызывают там короткие замыкания.

Из статьи Becher/Wagner „Die zweite Generation des Sorg Kaskadenbeheizungssystems zur NO_x-Reduzierung in Kombination mit zusätzlichen Primärmaßnahmen“, прочитанной в качестве доклада в специальном комитете VI Немецкого стеклотехнического общества 10 октября 2000 г. в Вюрцбурге, далее известно расположение каскадных горелок в боковой стенке уступа, который проходит почти перед внутренним со стороны печи концом порта горелки поперек через него. За счет этого для воздуха для горения создается подобие “подветренной стороны”, которая обеспечивает более длительное образование каскадного пламени и лучшее перемешивание пламенных газов.

Однако при эксплуатации подобных систем оказалось, что в портах горелок или на уступах на огненной стороне возникают отложения сажи, которые спекаются в графитовые слои. При переменном реверсировании пламени в подобных печах, которые могут эксплуатироваться как ванны с подковообразным или поперечным пламенем, эти графитовые слои при перемене пламени склонны за счет тепловой деформации к отслаиванию, в результате чего графитовые частицы скапливаются в регенераторах. За счет высококинетических отходящих газов эти частицы подхватываются в установленные за регенераторами электрические пылеосадители, где они могут вызвать короткие замыкания. Поэтому одно время были произведены расчеты, которые сводились к тому, чтобы допустить большее содержание оксида азота в отходящих газах в пользу уменьшения графитообразования, поскольку можно предположить, что эти требования принципиально диаметрально противоположны.

Из US-A-6047565 известна возможность для уменьшения доли NO_x в отходящих газах стеклоплавильных печей располагать в нижней части шейки горелки под уступом нижней топки для преобладающего первичного топлива, а в боковой стенке или вертикальной стенке уступа - вторичные горелки для вторичного топлива, составляющего 5-30% первичного топлива.

Для того чтобы отделить нижнее пламя первичного топлива на части пути от верхнего пламени вторичного топлива, предложено расположить в вертикальной стенке уступа сопла, через которые вдувают инертный буферный газ, которым может быть, например, диоксид углерода. В качестве альтернативных, инертных для горения буферных газов предложены отходящие газы или дым печи. В любом случае эти буферные газы не должны принимать участия в горении, с тем чтобы смещать длину пламени и сгорание к центру печи и распространять пламя. Кислород или кислородсодержащие газы, такие как воздух, в качестве буферных газов исключены.

Если предложены кислородные копы, то они расположены непосредственно над зеркалом расплава стекла и параллельно ему, а также под нижней топкой, с тем чтобы смещать длину пламени нижней топки еще дальше к центру печи и предотвратить восстановительную атмосферу над поверхностью стекла и изменение его цвета. Далее указано, что часть топливных сопел нижней топки может быть заменена кислородными копиями. В любом случае, однако, сумма количеств кислорода, выходящих из шеек горелок и кислородных копий, должна быть установлена так, чтобы подавалось меньше кислорода, чем это требуется для стехиометрического горения.

В этой публикации не затронута проблема предотвращения или уменьшения отложений сажи в шейках горелок или уничтожения возможных отложений сажи при реверсировании направления потока отходящих газов в шейки горелок и регенераторы за счет сжигания и, тем самым, исключения повреждения электрофильтров сажевыми частицами. В частности, к описанному уступу не подается кислород или кислородсодержащий газ, которым мог быть вызван этот эффект. Для этого известное решение не предусмотрено и непригодно.

В основе изобретения лежит поэтому задача создания каскадной системы обогрева стеклоплавильных печей, у которой саже- и графитообразование можно было бы насколько возможно уменьшить или полностью предотвратить без недопустимого возрастания содержания оксида азота в печных отходящих газах.

Поставленная задача решается в отношении описанного выше способа согласно изобретению посредством признаков отличительной части п.1, а в отношении описанного выше устройства согласно изобретению - посредством признаков отличительной части п.14 формулы.

Благодаря этим решениям поставленная задача решается в полном объеме. Прежде всего происходит боковое вдувание вторичного топлива с более низким по сравнению с первичным топливом первичных горелок импульсом через вторичные горелки, каскадные горелки, в тени уступа или стенки уступа, которую можно назвать также „baffle wall“. Возникающее, таким образом, мягкое и широкое каскадное пламя перекрывает первичное пламя нижней топки по всей ширине шеек горелок и значительно уменьшает температуру в центре, так что за счет этого уменьшается образование NO_x.

Благодаря дополнительной подаче или вдуванию вторичного окислительного газа в уступ неожиданным образом возникают следующие дополнительные преимущества:

- предотвращение саже- и графитообразования и, при необходимости, доокисление этих углеродов;

- дожигание СО и других углеродных соединений;

- возможность влияния на действие вторичных окислительных газов за счет независимого регулирования воздухоудвки.

При осуществлении других вариантов способа согласно изобретению особенно предпочтительно, если либо по отдельности, либо в комбинации:

- на фазе выпуска соответствующей шейки горелки для печных отходящих газов при отключенной вторичной горелке в уступ точно так же вдувают окислительный газ из группы воздух, обогащенный кислородом воздух и кислород (преимущество: тепловая защита вторичных горелок на отводящей стороне; сжигание, возможно, имеющихся углеродных отложений);

- вторичный окислительный газ вводят в уступ в центре вторичной горелки;

- вторичный окислительный газ вводят в уступ через боковую стенку вне вторичной горелки;

- вторичный окислительный газ вводят в уступ через его дно;

- вторичный окислительный газ вводят в уступ непосредственно перед его стенкой;

- вторичный окислительный газ вводят в уступ через его стенку;

- вторичный окислительный газ вводят в уступ как через его дно, так и через его стенку;

- к вторичному окислительному газу примешивают топливо;

- при применении горючих газов отношение количества вторичного топлива к количеству первичного топлива выбирают в интервале от 5 до 30 об.%, преимущественно от 10 до 20 об.%;

- на фазе горения количественное отношение доли кислорода во вводимом в уступ вторичном окислительном газе к доле кислорода в подаваемом через шейку горелки подогретом в регенераторах первичном окислительном газе выбирают в интервале от 0,5 до 2,5;

- количественное отношение введенного на фазе горения в уступ вторичного окислительного газа к введенному на фазе выпуска в уступ вторичному окислительному газу выбирают в интервале от 0,5 до 1,5, преимущественно от 0,8 до 1,2 и/или если

- количественное соотношение вторичных окислительных газов устанавливают посредством регулируемых воздухоудвок.

При осуществлении других вариантов устройства согласно изобретению особенно предпочтительно, если либо по отдельности, либо в комбинации:

- в центре вторичных горелок расположено копь для ввода в уступ вторичного окислительного газа

- копь для ввода вторичного окислительного газа расположено вне вторичной горелки в боковой стенке уступа;

- на дне уступа расположено, по меньшей мере, одно устье для ввода в уступ вторичного окислительного газа, в частности,

по меньшей мере, одно устье расположено непосредственно перед стенкой уступа;

- в стенке уступа расположено, по меньшей мере, одно устье для ввода в уступ вторичного окислительного газа;

- как на дне, так и в стенке уступа расположено, по меньшей мере, по одному устью для ввода в уступ вторичного окислительного газа;

- на противоположном вторичной горелке конце уступа в ступенчатой камере расположено состоящее из огнеупорного материала фасонное тело для защиты боковой стенки шейки горелки от пламени вторичной горелки и/или если

- для ввода в уступ вторичных окислительных газов предусмотрены регулируемые воздухоудвки.

Пример выполнения объекта изобретения и принцип его действия более подробно поясняются ниже с помощью чертежей, на которых изображают:

- фиг.1 - перспективный вид шейки горелки;

- фиг.2 - вертикальный разрез вдоль средней плоскости шейки горелки по фиг.1;

- фиг.3 - вид спереди двух шеек горелок по фиг.1 и 2 ванны с подковообразным пламенем и с соответствующими питающе-регулирующими устройствами для горючего и окислительного газов;

- фиг.4 - частично в разрезе вид сбоку вторичной горелки с коаксиальным копьем для окислительного газа.

На фиг.1 изображена шейка 1 горелки с зевом 2 и внутренними ограничительными поверхностями. К шейке 1 горелки относится нижняя толка 3 известной конструкции, которая содержит либо две первичные горелки 4, 5 в асимметричном расположении (со смещением наружу от продольной средней оси ванны), либо три первичные горелки 4, 5, 6 в симметричном расположении, из которых показаны только установленные впереди сопловые камни. Первичные горелки состоят из находящихся за этими сопловыми камнями сопел (не показаны) для так называемого первичного топлива, главного количества топлива. Нижнюю толку эксплуатируют по отношению к подогретому воздуху для горения достеиометрически, т.е. с избытком топлива.

Шейка 1 горелки соединена с регенератором R1 (на фиг.3 обозначен штриховой линией) для подгрева первичного окислительного газа, например воздуха для горения, который на фазе горения этой шейки 1 горелки поступает по уступу 7 в топочное пространство ванны (не показана). Шейка 1 горелки содержит внешнюю 9 и внутреннюю 10 боковые стенки, которые ограничивают также уступ 7. В зоне уступа 7, имеющего основание 7а, вертикальную стенку 11 с горизонтальной верхней кромкой 11а и горизонтальное дно 12 с горизонтальной передней кромкой 12а, во внешней боковой стенке 9 расположена вторичная горелка 13, которая получает свое топливо, вторичное топливо, по подающему трубопроводу 14 и по отношению к нижней толке 3 представляет собой так называемую "каскадную горелку". Подаваемая к ней доля топлива, каскадное топливо, составляет от 5 до 30% всего потребного топлива.

Во вторичной горелке 13 коаксиально

расположено копые 15, через которое подают вторичный окислительный газ (воздух, обогащенный кислородом воздух, кислород). Ось А вторичной горелки 13 и копыя 15 для окислительного газа проходит в данном случае параллельно стенке 11 и дну 12 уступа 7. Если через копые 15 для окислительного газа подают воздух, то количество воздуха по сравнению с каскадным топливом составляет от 0,5 до 1,5, преимущественно 1,0. Для стехиометрического горения, например природного газа с воздухом, количество воздуха должно составлять около 1,0. В корне пламени, т.е. на выходе вторичной горелки 13 и сразу за ним, происходит достехиометрическое горение (с избытком топлива), которое только под влиянием подогретого первичного окислительного газа из регенератора, протекающего по уступу 7 и частично поступающего также в уступ 7 за счет завихрения, преобразуется в надстехиометрическое горение (с избытком кислорода). Отношение кислорода, подаваемого через копые 15 для окислительного газа, к кислороду, содержащемуся в воздухе регенератора, должно составлять от 0,5 до 2,5 об. %.

Только объединение и перемешивание пламени нижней топки 3, с одной стороны, и вторичной горелки 13, с другой стороны, на дальнейшем пути пламени приводит, в основном, к стехиометрическому выгоранию пламени. Как первичное, так и вторичное пламя является в ядре достехиометрическим, т.е. температуры в ядре пламени сильно понижены, что приводит к значительному уменьшению образования оксида азота.

Уступ 7 имеет то решающее преимущество, что каскадное пламя, которое из-за количества газа, небольших по сравнению с первичным окислительным газом из регенератора R1, имеет небольшой импульс, под защитой образованной уступом "подветренной стороны" не может выступать слишком далеко вперед за сечение шейки горелки, а с самого начала отклоняется в топочное пространство 8. Это приводит к широкому плоскому пламени с надстехиометрическим характером горения. К тому же теперь происходит действие подаваемого через копые 15 вторичного окислительного газа, который сначала внутри первоначально кольцеобразного потока горючего газа проникает в ступенчатую камеру и способствует предотвращению или подавлению сажеобразования.

Для предотвращения попадания каскадного пламени на противоположную вторичной горелке 13 боковую стенку 10 шейки 1 горелки внутри уступа 7 на его конце расположено, например, клинообразное фасонное тело 16 из огнеупорного материала, которое простирается от верхней кромки 11а до передней кромки 12а уступа 7.

Если теперь после цикла горения, например, 20 минут происходит реверсирование направления пламени, причем подачу горючего газа к нижней топке 3 и к вторичной горелке 13, каскадной горелке, отключают, а подачу сначала холодного вторичного окислительного газа к копыю 15 продолжают, то этот окислительный газ защищает не только детали шейки 1 горелки и вторичную горелку 13 от перегрева, но и также окисляет частично возможные

отложения сажи. Кроме того, за счет подачи окислительного газа в отводимые печные отходящие газы достигается дожигание СО и других углеродных соединений, прежде чем печные отходящие газы поступят в регенератор R1, что имеет решающее значение.

Другое преимущество заключается в том, что за счет дополнительной подачи вторичного окислительного газа в зоне уступа 7 передача энергии больше смещается в зону загрузки в плавильную ванну смеси и/или боя, в результате чего повышается удельный съем стекломассы (пропускная способность) печи.

На фиг.1 показаны еще две альтернативные и/или дополнительные меры по подаче вторичного окислительного газа: на дне 12 уступа 7 вплотную перед стенкой 11 расположены устья 17 для подачи вторичного окислительного газа, эксплуатируемые аналогично копыю 15 для окислительного газа. За счет этого перед стенкой 11 уступа 7 возникает экран окислительного газа с аналогичным воздействием на возможные сажевые и/или графитовые осадки и на СО и другие углеродные соединения. Далее также в самой стенке 11 могут быть расположены устья 17а для подачи вторичного окислительного газа и, наконец, к подаваемым через устья 17 и/или 17а окислительным газам могут быть добавлены также топлива, преимущественно с достехиометрическими соотношениями смеси. Устья 17а присоединены к питающему трубопроводу 22а (фиг.2).

На фиг.2 с прежними ссылочными позициями в разрезе изображены подробности фиг.1. В сильно схематизированном виде стрелка 18 обозначает направление потока подогретого первичного окислительного газа из регенератора R1 в топочное пространство 8 ванны 20 со стеклянным расплавом 21 на фазе горения, а стрелка 19 - направление потока печных отходящих газов после реверсирования направления пламени из топочного пространства 8 к регенератору R1. Ось А вторичной горелки 13 и копыя 15 для окислительного газа может быть расположена, если смотреть в проекции на внешнюю боковую стенку 9, внутри уступа 7 в прямоугольнике, верхняя кромка 7b которого обозначена штриховой линией. Завихрения простоты ради не показаны.

Также стенка 11 не обязательно должна проходить вертикально; она может быть также ориентирована под углом к вертикали, что обозначено штриховой линией 11b. Наконец ось А не обязательно должна проходить параллельно стенке 11 или 11b и дну 12; возможны угловые положения. Важно, чтобы в ступенчатую камеру подавался вторичный, т.е. дополнительный окислительный газ, что обозначено также устьями 17, 17а, соединенными с питающим трубопроводом 22, 22а. Вторичная горелка 13 и копые 15 для окислительного газа могут быть расположены в боковой стенке 9 также будучи отделенными друг от друга.

Особое значение имеет при этом образованная боковыми стенками 9, 10, стенками 11, 11b и дном 12 ступенчатая камера, которая открыта вверх и в направлении топочного пространства 8 без точной вообразимой ограничительной

поверхности ступенчатой камеры, поскольку могут возникнуть завихрения потока.

На фиг.3 с использованием части прежних ссылочных позиций справа изображена шейка 1 горелки по фиг.1, 2 на фазе выхода, а слева в зеркально-симметричном расположении ей - шейка 23 горелки на фазе горения. Шейки 1, 23 горелок связаны с обозначенными штриховой линией регенераторами R1, R2. Горючий газ, например природный газ, подают по главному газопроводу 24 с регулирующим клапаном 25. Посредством перекидных клапанов 26, 27 можно попеременно переключать горючий газ в переменном цикле на одну или другую сторону. От количеств газа для нижних топков 3 можно через ответвительные трубопроводы 28 или 29 и регулирующие клапаны 30 или 31 ответить частичные количества для соответствующей каскадной горелки 13. В данном случае все снабжение горючим газом в правую часть заблокировано, что обозначено крестиками.

К копыям 15 для окислительного газа каждой стороны через трубопроводы 32а, 33а подключено по одной воздухоподогре 32, 33, объемную подачу которых, например, для окружающего воздуха запрашивают через измерительные диафрагмы 34, 35 и датчики 36, 37, направляют дальше к самописцу 38 и записывают. Количество смешанного воздуха с левой стороны, как правило, больше количества продувочного воздуха с правой стороны.

На фиг.3 в соответствии с приведенным описанием изображены условия на одном конце ванны с подковообразным пламенем. К ваннам с поперечным пламенем относится то же самое: при этом, например, шейки горелок на фиг.3 попарно противоположны друг другу на продольных сторонах ванны; они могут быть также расположены со смещением по отношению друг к другу в продольном направлении ванны. За счет смены пламени посредством переключающего устройства каждую из шеек горелок используют попеременно в качестве источника пламени и канала для отвода печных отходящих газов к регенераторам.

На фиг.4 частично в разрезе изображен вид сбоку вторичной горелки 13 с коаксиальным осью А копыем 15 для окислительного газа. Копье 15 для окислительного газа выступает своим устьем 15а в осевом направлении за боковой подающий трубопровод 14 для газообразного вторичного топлива. Вторичный окислительный газ подают по подающему трубопроводу 15b. На устье 13а вторичной горелки 13 надето уплотнительное кольцо 13b.

Для ограничения выброса оксида азота можно использовать различные концепции по регулированию топлива, окислительного газа (воздуха для горения) и температур в верхнем строении печи. На фазе горения ванны эксплуатируют с регулированием фиксированных значений, температуры или "интеллектуальным" регулированием температурного окна. При регулировании фиксированных значений топливо регулируют постоянно. При регулировании температуры в верхнем строении печи и при регулировании температурного окна регулируют количество топлива, если температура в верхнем

строении печи превышает или не достигает заданных значений.

Регулирование фазы горения происходит предпочтительно следующим образом. Печь эксплуатировали сначала в течение 2-5 циклов переключения с температур, но зависимым регулированием всего количества топлива, причем измеряли температуры в верхнем строении печи. Была задана температура приблизительно 1600°C. При использовании природного газа из-за этого возникали колебания от ± 50 до 150 Нм³/ч. Соответственно пропорционально добавляли окислительные газы. Колебания природного газа приводили к нестабильным условиям горения и, тем самым, переменным значениям отходящих газов. При этом накапливали регулирующие величины клапанов 25, 30, 31 после образования их средних значений. Затем происходило автоматическое переключение на регулирование фиксированных значений топлива, т.е. контролировали температуру в верхнем строении печи, и задавали фиксированные количества топлива в единицу времени и периодически корректировали. Этим было достигнуто то, что значения отходящих газов для O₂ и NO_x были сильно уравнены. Получасовые средние значения NO_x удалось уменьшить до 603-645 мг/Нм³, суточное среднее значение составляло 639 мг/Нм³. Сажеобразований и графитовых отложений не наблюдалось. Значения O₂ составляли от 0,2 до 0,5%.

Состав газа соответствовал заданному.

Перечень ссылочных позиций

- 1 - шейка горелки
- 2 - зев горелки
- 3 - нижняя топка
- 4 - первичная горелка
- 5 - первичная горелка
- 6 - первичная горелка
- 7 - уступ
- 7а - основание уступа
- 7b - линия
- 8 - топочное пространство
- 9 - внешняя боковая стенка
- 10 - внутренняя боковая стенка
- 11 - стенка
- 11а - верхняя кромка
- 11b - стенка
- 12 - дно
- 12а - передняя кромка
- 13 - вторичная горелка
- 13а - устье
- 13b - уплотнительное кольцо
- 14 - подающий трубопровод
- 15 - копы для окислительного газа
- 15b - подающий трубопровод
- 16 - фасонное тело
- 17 - устья
- 17а - устья
- 18 - стрелка
- 19 - стрелка
- 20 - ванна
- 21 - стеклянный расплав
- 22 - питающий трубопровод
- 22а - питающий трубопровод
- 23 - шейка горелки
- 24 - главный газопровод
- 25 - регулирующий клапан
- 26 - перекидной клапан
- 27 - перекидной клапан
- 28 - ответвительный трубопровод

29 - ответственный трубопровод
 30 - регулирующий клапан
 31 - регулирующий клапан
 32 - воздуходувка
 32a - трубопровод
 33 - воздуходувка
 33a - воздуходувка
 34 - измерительная диафрагма
 35 - измерительная диафрагма
 36 - датчик
 37 - датчик
 38 - самописец
 А - ось
 R1 - регенератор
 R2 - регенератор

Формула изобретения:

1. Способ обогрева стеклоплавильных печей, содержащих топочное пространство (8), регенераторы (R1, R2) для нагрева окислительных газов из группы воздух, обогащенный кислородом воздух и кислород, и впадающие в топочное пространство (8) шейки (1, 23) горелок, а также первичные горелки (4, 5, 6) и вторичные горелки (13), которые относительно первичных горелок (4, 5, 6) образуют каскадное расположение, причем первичные горелки (4, 5, 6) эксплуатируют с большей долей топлива первичным топливом, и создают пламя с достехиометрическим характером горения, причем вторичные горелки (13) эксплуатируют в виде каскадных горелок с относительно меньшей долей топлива вторичным топливом, и создают пламя с надстехиометрическим характером горения, причем образовавшиеся пламенные газы вплоть до, по меньшей мере, в значительной степени стехиометрического выгорания в топочном пространстве (8) смешивают между собой и вторичное топливо посредством вторичных горелок (13) вводят через боковые стенки (9) шейки (1, 23) горелки в уступ (7), который имеет дно (12) и стенку (11, 11b), находится в шейке (1) горелки и по которому подогретые первичные окислительные газы из регенераторов (R1, R2) направляют в топочное пространство (8), отличающийся тем, что на фазе горения соответствующей шейки (1, 23) горелки дополнительно к протекающему по уступу (7), подогретому в регенераторах (R1, R2) первичному окислительному газу в уступ (7) вдувают вторичный окислительный газ из группы воздух, обогащенный кислородом воздух и кислород.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что на фазе выпуска соответствующей шейки (1, 23) горелки для печных отходящих газов при отключенной вторичной горелке (13) в уступ (7) точно также вдувают окислительный газ из группы воздух, обогащенный кислородом воздух и кислород.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что вторичный окислительный газ вводят в уступ (7) в центре вторичной горелки (13).

4. Способ по п.1, отличающийся тем, что вторичный окислительный газ вводят в уступ (7) через боковую стенку (9) вне вторичной горелки (13).

5. Способ по п.1, отличающийся тем, что вторичный окислительный газ вводят в уступ (7) через его дно (12).

6. Способ по п.1, отличающийся тем, что вторичный окислительный газ вводят в уступ (7) непосредственно перед его стенкой (11, 11b).

7. Способ по п.1, отличающийся тем, что вторичный окислительный газ вводят в уступ (7) через его стенку (11, 11b).

8. Способ по п.5 или 7, отличающийся тем, что вторичный окислительный газ вводят в уступ (7) как через его дно (12), так и через его стенку (11, 11b).

9. Способ по одному из пп.4-7, отличающийся тем, что к вторичному окислительному газу примешивают топливо.

10. Способ по п.1, отличающийся тем, что при применении горючих газов отношение количества вторичного топлива к количеству первичного топлива выбирают в пределах 5-30 об.%, преимущественно 10-20 об.%.
 11. Способ по п.1, отличающийся тем, что на фазе горения количественное отношение доли кислорода во вводимом в уступ (7) вторичном окислительном газе к доле кислорода в подаваемом через шейку (1, 23) горелки, подогретом в регенераторах (R1, R2) первичном окислительном газе выбирают в интервале 0,5-2,5.

12. Способ по п.1, отличающийся тем, что количественное отношение введенного на фазе горения в уступ (7) вторичного окислительного газа к введенному на фазе выпуска в уступ (7) вторичному окислительному газу выбирают в интервале 0,5-1,5, преимущественно 0,8-1,2.

13. Способ по одному из пп.1-12, отличающийся тем, что количественное соотношение вторичных окислительных газов устанавливают посредством регулируемых воздуходувок (32, 33).

14. Устройство для обогрева стеклоплавильных печей, содержащих топочное пространство (8), регенераторы (R1, R2) для нагрева первичных окислительных газов из группы воздух, обогащенный кислородом воздух и кислород и впадающие в топочное пространство (8) шейки (1, 23) горелок, а также первичные горелки (4, 5, 6) в качестве нижней топки (3) и вторичные горелки (13), которые относительно первичных горелок (4, 5, 6) образуют каскадное расположение, причем вторичные горелки (13) расположены в виде каскадных горелок в боковых стенках (9) шейки (1, 23) в уступе (7), имеющем дно (12) и стенку (11, 11b) и находящемся в шейке (1) горелки, причем устройство содержит переключающее устройство для периодического переключения шеек (1, 23) горелок между фазой горения и фазой отвода, отличающееся тем, что а) по меньшей мере в одной из ограничительных стенок уступа (7) расположены, по меньшей мере, одно подающее устройство из группы копьё (15) для окислительного газа и устье (15a, 17, 17a) для ввода в уступ (7) вторичных окислительных газов из группы воздух, обогащенный кислородом воздух и кислород; б) переключающее устройство выполнено с возможностью выборочного включения, переключения или регулирования ввода в уступ (7) вторичных окислительных газов на фазе отвода печных отходящих газов из топочного пространства (8) в соответствующий регенератор (R1, R2).

15. Устройство по п.14, отличающееся тем, что в центре вторичных горелок (13) расположено копьё (15) для ввода в уступ (7) вторичного окислительного газа.

16. Устройство по п.14, отличающееся тем, что копьё (15) для ввода вторичного

окислительного газа расположено вне вторичной горелки (13) в боковой стенке (9) уступа (7).

17. Устройство по п.14, отличающееся тем, что на дне (12) уступа (7) расположено, по меньшей мере, одно устье (17) для ввода в уступ (7) вторичного окислительного газа.

18. Устройство по п.17, отличающееся тем, что, по меньшей мере, одно устье (17) расположено непосредственно перед стенкой (11, 11b) уступа (7).

19. Устройство по п.14, отличающееся тем, что в стенке (11, 11b) уступа (7) расположено, по меньшей мере, одно устье (17) для ввода в уступ (7) вторичного окислительного газа.

20. Устройство по п.14, отличающееся

тем, что как на дне (12), так и в стенке (11, 11b) уступа (7) расположено, по меньшей мере, по одному устью (17, 17a) для ввода в уступ (7) вторичного окислительного газа.

21. Устройство по одному из пп.14-20, отличающееся тем, что на противоположном вторичной горелке (13) конце уступа (7) в ступенчатой камере расположено состоящее из огнеупорного материала фасонное тело (16) для защиты боковой стенки (10) шейки (1) горелки от пламени вторичной горелки.

22. Устройство по одному из пп.14-21, отличающееся тем, что для ввода в уступ (7) вторичных окислительных газов предусмотрены регулируемые воздуходувки (32,33).

15

20

25

30

35

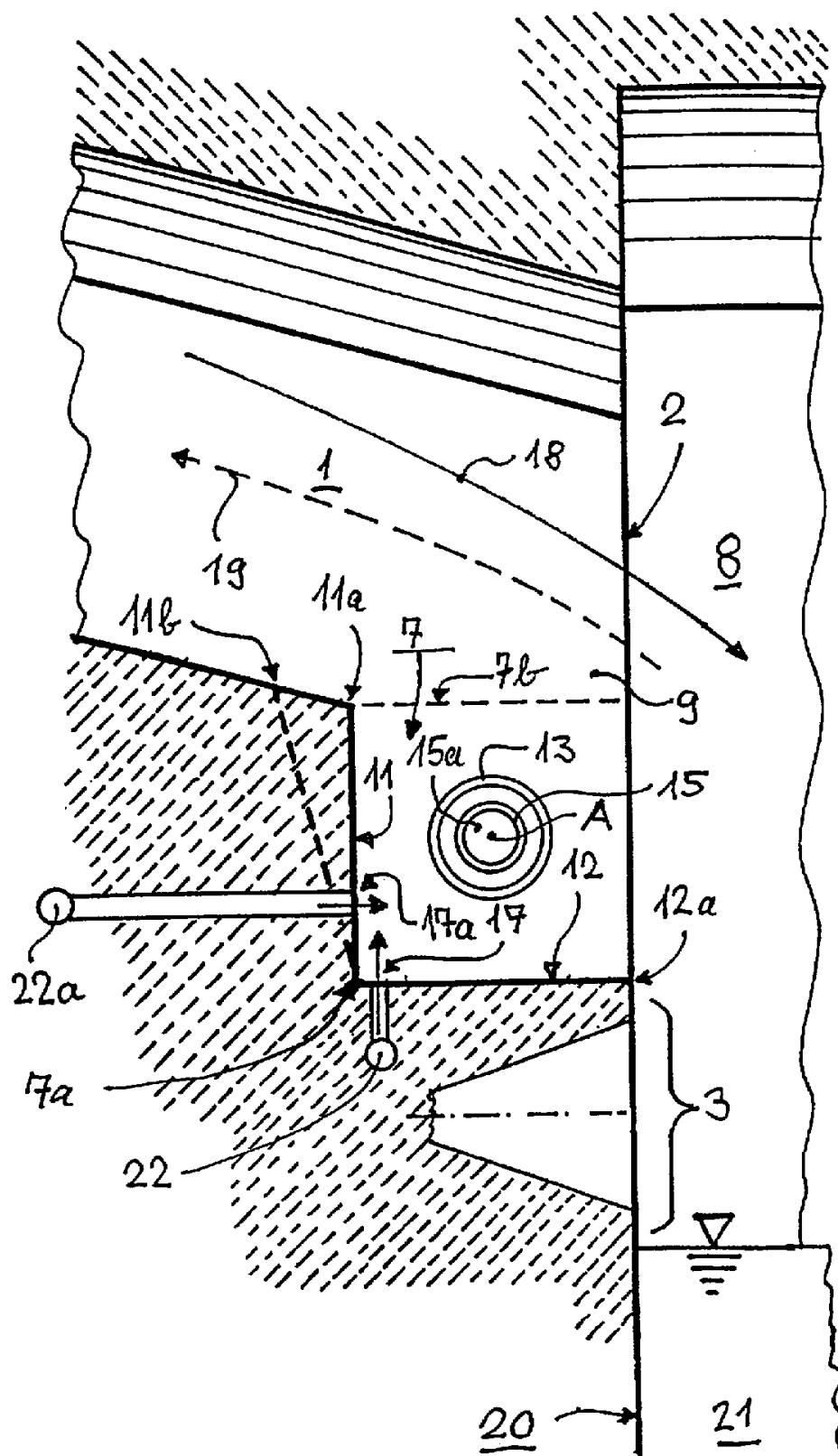
40

45

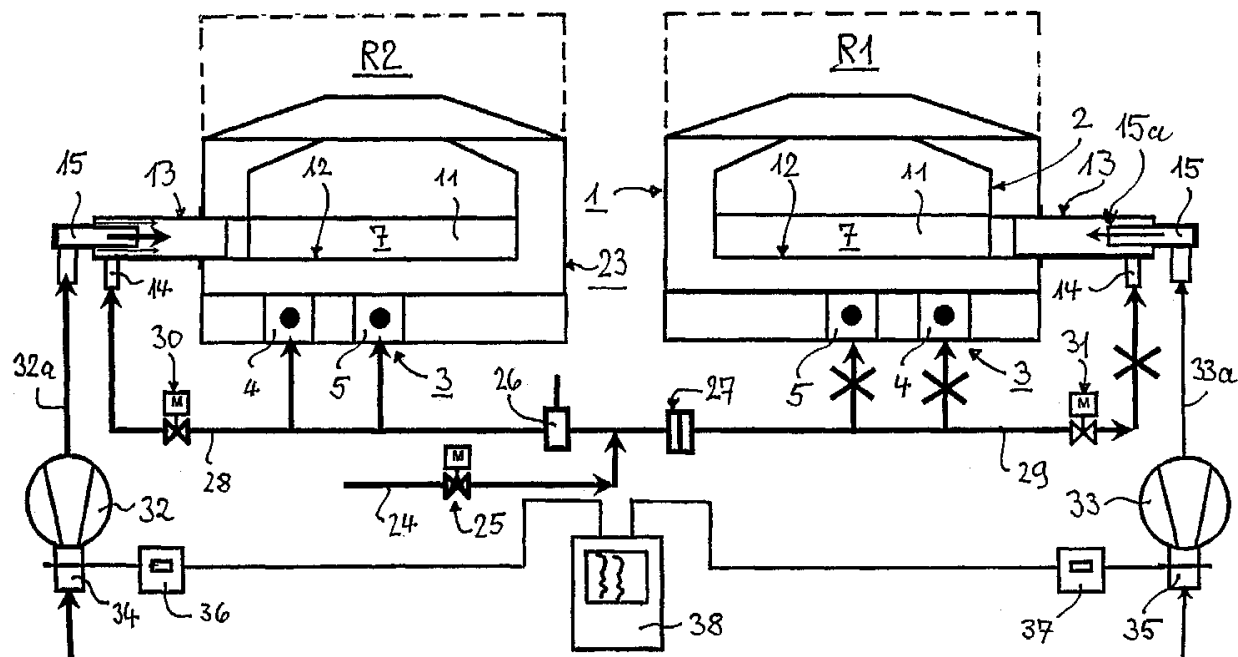
50

55

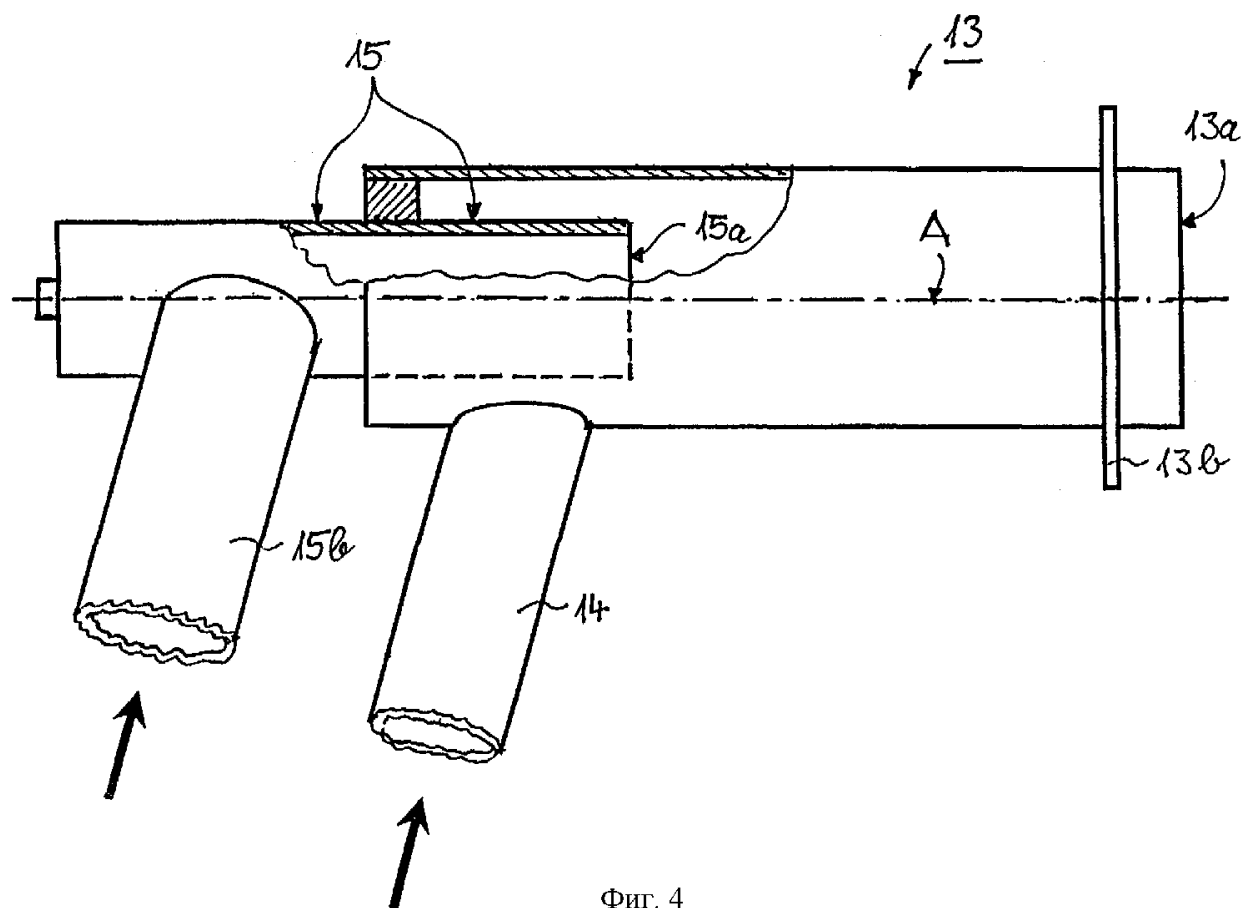
60



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4