



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 220 209** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) МПК⁷ **С 21 В 13/08, С 22 В 5/10**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

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

(21), (22) Заявка: 98111508/02, 15.06.1998

(24) Дата начала действия патента: 15.06.1998

(30) Приоритет: 16.06.1997 US 08/876,752

(43) Дата публикации заявки: 27.03.2000

(46) Дата публикации: 27.12.2003

(56) Ссылки: US 5567224, 22.10.1996. EP 0508166 A2, 14.10.1992. US 4622905, 18.11.1986. SU 1674694 A3, 30.08.1991. GB 1153782, 29.05.1969.

(98) Адрес для переписки:
129010, Москва, ул. Б. Спасская, 25, стр.3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры", пат.пов. Ю.Д.Кузнецову, рег.№ 595

(72) Изобретатель: САРМА Балу (US),
ДИНГ Майнард Гуотсуен (US)

(73) Патентообладатель:
ПРАКСАЙР ТЕКНОЛОДЖИ, ИНК. (US)

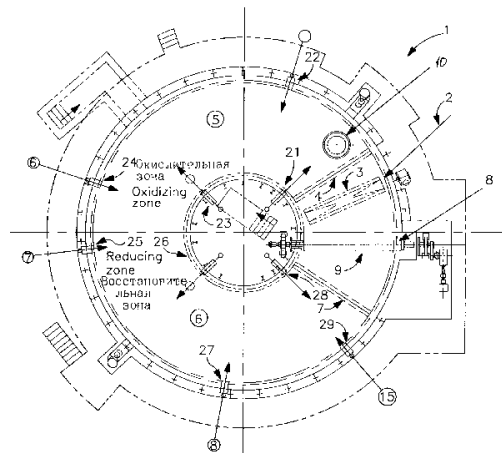
(74) Патентный поверенный:
Кузнецов Юрий Дмитриевич

(54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ЖЕЛЕЗА ПРЯМЫМ ВОССТАНОВЛЕНИЕМ

(57)

Изобретение относится к получению железа прямым восстановлением из железистого материала. Способ включает загрузку в окислительную зону печи исходного сырья, содержащего железистый материал и углеродсодержащий материал. В окислительную зону печи подают окислитель и топливо через окислительные горелки и сжигают их для нагрева исходного сырья. При этом в качестве окислителя используют газ с концентрацией кислорода, по крайней мере, 25 мол. %. Нагретое исходное сырье подают из окислительной зоны в восстановительную зону печи. В восстановительную зону печи подают окислитель и топливо через восстановительные горелки и сжигают их с получением продуктов реакции сгорания, включающих монооксид углерода. И получают железо прямым восстановлением за счет реагирования железистого материала с углеродсодержащим материалом и монооксидом углерода. При этом в качестве окислителя используют газ с концентрацией кислорода, по крайней мере, 25 мол. %. Окислитель подают в печь из каждой горелки двумя потоками, один из которых

представляет собой основной более высокоскоростной поток окислителя, а второй - дополнительный поток окислителя, имеющий более низкую скорость, чем скорость основного потока. Изобретение позволит снизить количество монооксида углерода, выпускаемого из печи, уменьшить количество отходящего газа, используя меньше топлива и горелок. 5 з.п.ф-лы, 1 ил., 2 табл.





(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 220 209** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) Int. Cl.⁷ **C 21 B 13/08, C 22 B 5/10**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 98111508/02, 15.06.1998
(24) Effective date for property rights: 15.06.1998
(30) Priority: 16.06.1997 US 08/876,752
(43) Application published: 27.03.2000
(46) Date of publication: 27.12.2003
(98) Mail address:
129010, Moskva, ul. B. Spasskaja, 25, str.3,
OOO "Juridicheskaja firma Gorodisskij i
Partnery", pat.pov. Ju.D.Kuznetsovu, reg.№ 595

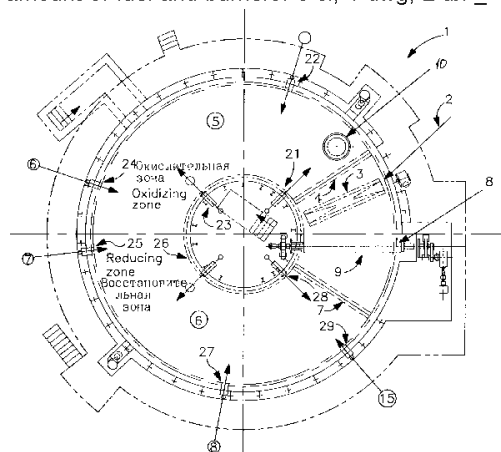
(72) Inventor: SARMA Balu (US),
DING Majnard Guotsuen (US)
(73) Proprietor:
PRAKSAJR TEKNOLODZHI, INK. (US)
(74) Representative:
Kuznetsov Jurij Dmitrievich

(54) **METHOD OF DIRECT REDUCTION OF IRON**

(57) Abstract:

FIELD: production of iron by means of direct reduction of iron oxides. SUBSTANCE: method incorporates steps of charging into oxidizing zone of furnace the initial raw material comprising iron oxide material and carbon-containing material. Oxidizing agent and fuel are supplied into oxidizing zone of furnace through oxidizing burners and burnt for heating initial raw material. In so doing gas with oxygen concentration of, at least, 25 mole percent is used as oxidizing agent. Heated up initial raw material is supplied from oxidizing zone into reducing zone of furnace. Oxidizing agent and fuel are supplied into reducing zone of furnace through oxidizing burners and burnt with generation of combustion reaction products including carbon monoxide. Direct reduction of iron is carried out owing to interaction of iron oxide material with carbon-containing material and carbon monoxide. In so doing gas with oxygen concentration of, at least, 25 mole percent is used as oxidizing agent. Oxidizing agent is supplied into furnace from each burners

by two flows, one of which is the basic high-velocity flow of oxidizing agent, and the second flow is additional flow of oxidizing agent having lower velocity, than velocity of basic flow. EFFECT: invention allows amount of carbon monoxide released from furnace as well as amount of exhaust gas to be reduced with usage of lesser amount of fuel and burners. 6 cl, 1 dwg, 2 tbl _



Изобретение относится к способу получения железа прямым восстановлением из железооксидного материала.

Прямое восстановление железной руды, т.е. оксидов железа, осуществляют восстановлением железа посредством реакции с монооксидом углерода, водородом и/или твердым углеродом через последовательные окисленные состояния до металлического железа. Обычно оксиды железа и углеродсодержащий материал, например кокс, загружают в печь. Тепло, подаваемое в печь за счет сжигания топлива с воздухом, обеспечивает, между прочим, образование монооксида углерода. Когда железная руда и восстановители проходят через печь, железная руда восстанавливается до металлического железа и извлекается из печи. Печные газы выпускаются из печи через боров или выпускной газоход. Желательно снизить количество топлива, используемого для получения железа, так как это снижает затраты на получение железа.

В последнее время вследствие заботы об охране окружающей среды возрастает необходимость в снижении количества монооксида углерода, выпускаемого из печи при получении железа прямым восстановлением. Соответственно, еще одной задачей настоящего изобретения является создание способа получения железа прямым восстановлением, при осуществлении которого снижается эмиссия монооксида углерода в сравнении с известными процессами прямого восстановления.

Вышеупомянутые и другие задачи, очевидные для специалистов при чтении данного описания, решаются с помощью способа и устройства согласно изобретению.

При этом способ получения железа прямым восстановлением включает загрузку исходного сырья, содержащего железооксидный материал и углеродсодержащий материал, в окислительную зону печи, подачу первого окислителя и первого топлива в окислительную зону через несколько окислительных горелок, при этом первый окислитель является газом с концентрацией кислорода, по крайней мере, 25 мольных процентов, и сжигание первого окислителя и первого топлива происходит в окислительной зоне для нагрева исходного сырья;

пропускание нагретого исходного сырья из окислительной зоны в восстановительную зону печи;

подачу второго окислителя и второго топлива в восстановительную зону печи через несколько восстановительных горелок, при этом упомянутый второй окислитель является газом с концентрацией кислорода, по крайней мере, 25 мольных процентов, и сжигание второго окислителя и второго топлива в восстановительной зоне с получением продуктов реакции сгорания, включающих монооксид углерода;

реагирование железооксидного материала с углеродсодержащим материалом и монооксидом углерода в восстановительной зоне для восстановления железооксидного материала и получения железа, восстановленного прямым восстановлением, и после этого из печи извлекают железо, полученное прямым восстановлением.

Согласно предпочтительной форме

выполнения первый окислитель и второй окислитель подают в печь из каждой горелки двумя частями, одна из которых является более высокоскоростным основным потоком окислителя, а вторая является дополнительным потоком окислителя, имеющим более низкую скорость, чем скорость основного потока;

дополнительно пропускают продукты реакции из восстановительной зоны в окислительную зону;

продукты реакции выпускают из печи через выпускной газоход, расположенный в окислительной зоне;

одну из окислительных горелок в окислительной зоне ориентируют таким образом, чтобы подавать первый окислитель и первое топливо в направлении выпускного газохода;

первый окислитель и первое топливо подают в окислительную зону в соотношении, при котором концентрация кислорода в печном газе в окислительной зоне находится в диапазоне от 2 до 10 об. %.

Устройство для получения железа прямым восстановлением содержит печь, средство для подачи исходного сырья, горелки для подачи топлива. Решение поставленной задачи достигается за счет того, что в этом устройстве печь имеет окислительную зону и восстановительную зону, средство для подачи исходного сырья, содержащего железооксидный материал и углеродсодержащий материал, в окислительную зону, окислительные горелки для подачи окислителя и топлива в окислительную зону, при этом каждая из упомянутых окислительных горелок сообщена посредством трубопроводов с источником топлива и источником окислителя, имеющего концентрацию кислорода, по меньшей мере, 25 мольных %, восстановительные горелки для подачи окислителя и топлива в восстановительную зону, при этом каждая из восстановительных горелок сообщена посредством трубопроводов с источником топлива и источником окислителя, имеющего концентрацию кислорода, по меньшей мере, 25 мольных %, и средство для извлечения железа, полученного прямым восстановлением железа.

Согласно предпочтительной форме выполнения печь является печью с вращающимся подом; устройство содержит дополнительно выпускной газоход, расположенный в окислительной зоне, а одна из окислительных горелок расположена таким образом, чтобы обеспечить возможность подачи окислителя и топлива в печь в направлении выпускного газохода.

В описании под термином "стехиометрический" понимают количество кислорода, необходимое для полного сжигания заданного количества топлива.

В описании под термином "сверхстехиометрический" понимают отношение кислорода к топливу, превышающее стехиометрическое.

В описании под термином "субстехиометрический" понимают отношение кислорода к топливу ниже стехиометрического.

В описании под термином "окислительная горелка" понимают горелку, подающую кислород и топливо в

сверхстехиометрическом соотношении.

В описании под термином "восстановительная горелка" понимают горелку, подающую кислород и топливо в стехиометрическом или субстехиометрическом соотношении.

Изобретение поясняется более подробно с помощью чертежа, на котором показан - вид сверху в поперечном сечении - один из предпочтительных вариантов.

На чертеже изображено поперечное сечение печи с вращающимся подом. Для осуществления изобретения может быть использована любая подходящая печь для прямого восстановления. Изображенная на чертеже печь типа печи с вращающимся подом, например тороидальной формы, является предпочтительной печью. Сырье 2 проходит в печь через загрузочный короб 3 и переносится через завесу 4 в окислительную зону 5 печи 1.

Исходное сырье содержит железооксидный материал и углеродсодержащий материал. Железооксидный материал включает одну или более железных руд, оксидные отходы сталелитейных установок, как например пыли и шламы доменных печей, прокатную окалину, металлургическую прокатную крошку, пыль электродуговых печей, и пыли и шламы сталеплавильного производства. Углеродсодержащий материал может включать один или более углей, кокс, нефтяной кокс и превращенное в уголь вещество.

Первый окислитель и первое топливо подаются в окислительную зону 5 через окислительные горелки, обозначенные на чертеже позициями 21, 22, 23 и 24. Первый окислитель является газом с концентрацией кислорода, по крайней мере, 25 мольных процентов, предпочтительнее, по крайней мере, 40 мольных процентов, наиболее предпочтительно, 90 мольных процентов или более. Первое топливо может быть любым пригодным топливом, как например метаном, природным газом, нефтью или углем. Предпочтительнее, первый окислитель и первое топливо подаются в окислительную зону в сверхстехиометрическом соотношении, так что концентрация кислорода в печном газе, т.е. атмосфере, в окислительной зоне находится в диапазоне от 2 до 10 объемных процентов.

Первый окислитель и первое топливо сгорают в окислительной зоне 5 с получением тепла и продуктов реакции сгорания, как например двуокиси углерода и водяного пара. Тепло от сгорания служит для нагрева исходного сырья. Сверхстехиометрические соотношения обычно приводят к более низким температурам пламени вследствие демпфирующего эффекта от добавленного газа. Однако при осуществлении изобретения повышенные концентрации кислорода в окислителе компенсируют этот демпфирующий эффект за счет снижения количества азота, который должен пройти в печь на основе эквивалента молекулам кислорода, если в качестве окислителя используется воздух, и обеспечивает возможность намного более низкого расхода топлива в окислительной зоне, в то же время поддерживая температуру настолько высокой, чтобы эффективно нагреть исходное сырье.

Обычно при осуществлении настоящего изобретения температура в окислительной зоне должна находиться в диапазоне от 1100 до 1250°C.

При прохождении через окислительную зону исходное сырье нагревается. В печи с вращающимся подом, изображенной на чертеже, исходный материал проходит через окислительную зону 5 в направлении против часовой стрелки. Нагретое сырье затем проходит из окислительной зоны 5 в восстановительную зону 6 печи 1. Как должно быть понятно специалистам, четкого разграничения между тем, где заканчивается окислительная зона и где начинается восстановительная зона не существует; скорее, это неустановившееся, переходное расстояние. Существование окислительной и восстановительной зон определяется горелками, обслуживающими каждую зону.

Второй окислитель и второе топливо подаются в восстановительную зону печи 6 через восстановительные горелки, обозначенные на чертеже позициями 25, 26, 27, 28 и 29. Обычно при осуществлении изобретения в восстановительной зоне используют от 3 до 10 горелок, тогда как в окислительной зоне должно использоваться от 2 до 8 горелок. Предпочтительная конструкция горелки для использования как в качестве окислительной горелки, так и в качестве восстановительной горелки при осуществлении настоящего изобретения описана в патенте США 5100313. Специалисты также знают, что каждая из окислительных и восстановительных горелок сообщаются по газу, т.е. соединены посредством трубопроводов с источниками окислителя и топлива, которые функционально не изображены на чертеже, но показаны символически в виде кружочков на конце каждой стрелки.

Второй окислитель является газом с концентрацией кислорода, по крайней мере, 25 мольных процентов, предпочтительнее, по крайней мере, 40 мольных процентов, наиболее предпочтительно 90 мольных процентов и выше. Второе топливо может быть любым пригодным топливом, как например метаном, природным газом, нефтью или углем. Второй окислитель и второе топливо подаются в восстановительную зону в таком соотношении, чтобы в атмосфере восстановительной зоны при сжигании не присутствовал кислород.

Второй окислитель и второе топливо сгорают в восстановительной зоне с выделением тепла и получением продуктов реакции сгорания. Вследствие меньшей доступности молекул кислорода для топлива в восстановительной зоне, в отличие от окислительной зоны, топливо сгорает не полностью и, следовательно, продукты реакции сгорания, полученные в восстановительной зоне, включают монооксид углерода. Нагретый углеродсодержащий материал и монооксид углерода реагируют с железооксидным материалом и восстанавливают железооксидный материал до железа, полученного прямым восстановлением, при прохождении железооксидного материала и углеродсодержащего материала через восстановительную зону печи с вращающимся подом в направлении против

часовой стрелки, как это показано на чертеже. Реакция восстановления железоксидного материала в восстановительной зоне является эндотермической и, следовательно, для ее поддержания в восстановительную зону должно подаваться большое количество тепла. Обычно температура в восстановительной зоне находится в диапазоне от 1200 до 1350°C. При использовании второго окислителя с повышенной концентрацией кислорода можно работать в условиях более высокой степени восстановления в восстановительной зоне без снижения эффективности теплопередачи благодаря низким температурам пламени, обусловленным большим количеством азота, которое должно подаваться в печь при использовании воздуха в качестве окислителя. И снова, как и в случае окислительной зоны, это приводит к значительной экономии топлива для любого заданного уровня производства.

Полученное прямое восстановление железа проходит через завесу 7 и удаляется из печи через выпускной канал 8 посредством разгрузочного шнека 9 в качестве продукта прямого восстановления железа.

Предпочтительнее, окислитель подается из каждой горелки в окислительной или восстановительной зонах с высокой скоростью, порядка, по крайней мере, 200 футов в секунду (60,90 м/с), более предпочтительно, 500 футов в секунду (152,4 м/с). Высокая скорость окислителя обеспечивает возможность всасывания последним печных газов прежде, чем окислитель сгорит с топливом, что улучшает суммарное распределение тепла от реакций сжигания несколькими горелками. Для исключения нестабильности пламени, обусловленной высокой скоростью окислителя, из горелки в печь между топливом и основным высокоскоростным потоком окислителя может пропускаться дополнительный поток окислителя с более низкой скоростью. Такой дополнительный поток окислителя должен иметь более низкую скорость, чем скорость основного потока, предпочтительнее, менее 200 футов в секунду (60,96 м/с), более предпочтительно, менее 100 футов в секунду (30,48 м/с), и должен содержать менее 10 процентов окислителя, подаваемого в печь через эту горелку.

Высокие температуры пламени в печи, достигнутые вследствие использования окислителя с повышенной концентрацией кислорода, обеспечивают такой режим, при котором вся или почти вся моноокись углерода, которая не окислилась в процессе восстановления железоксидного материала, предпочтительно конвертируется в печи в двуокись углерода, снижая таким образом эмиссию монооксида углерода в окружающую атмосферу.

На чертеже изображен предпочтительный вариант изобретения, в котором выпускной газодход 10 сообщен с внутренним пространством печи в окислительной зоне 5. Газовый поток внутри печи находится в противотоке с потоком железоксидного материала и углеродсодержащего материала. То есть, относительно расположения, изображенного на чертеже, газовый поток в

печи находится под потоком железоксидного и углеродсодержащего материала и течет в направлении против часовой стрелки. Это усиливает возбуждение восстановления монооксида углерода в изобретении вследствие того, что любая избыточная моноокись углерода сначала проходит через основную часть окислительной зоны прежде, чем она достигнет выпускного газодхода. В окислительной зоне оставшаяся моноокись углерода будет сталкиваться с избыточными молекулами кислорода, при более высоком парциальном давлении кислорода, а также при более высоких температурах пламени, что будет обеспечивать дополнительное конвертирование монооксида углерода в двуокись углерода внутри печи. Печные газы, т.е. продукты реакции сгорания, выпускаются из печи 1, проходя через выпускной газодход 10.

Расположение, изображенное на чертеже, является наиболее предпочтительным, поскольку одна из окислительных горелок, в данном случае горелка 21, ориентирована для направления окислителя и топлива в направлении выпускного газодхода 10.

Стрелки, проходящие через горелки на чертеже, предназначены для указания направления потока окислителя и топлива из горелки в печь. Такое расположение дополнительно гарантирует то, что монооксид углерода конвертируется в двуокись углерода внутри печи и не выпускается из печи в атмосферу. Последующие пример и сравнительный пример предназначены для дополнительной иллюстрации изобретения и присущих ему преимуществ. Они никоим образом не ограничивают изобретение.

Печь с вращающимся подом использована для переработки содержащих хром и оксид никеля шламов сталеплавильного производства вместе с никель-кадмиевыми батареями и получения прямым восстановлением железа с производительностью 8 тонн в час (т/час). В качестве углеродсодержащего материала, пропускаемого в печь вместе с железоксидным материалом, использовали измельченный в порошок кокс. В системе использовали 6 горелок в окислительной зоне, работающих при 145-процентном соотношении от стехиометрического соотношения кислорода к топливу, и 10 горелок в восстановительной зоне, работающих при 100-процентном стехиометрическом соотношении кислорода к топливу. Для каждой из 16 горелок в качестве топлива использовали природный газ и в качестве окислителя использовали воздух. Результаты этого обычного процесса представлены в Таблице 1.

Аналогичное исходное сырье перерабатывали, используя изобретение для получения железа прямым восстановлением. Использовали систему, подобную системе, изображенной на чертеже, в которой в окислительной зоне работали 4 горелки и в восстановительной зоне работали 5 горелок, при этом одна из окислительных горелок была ориентирована для направления продуктов реакции сгорания в направлении боров. Для каждой горелки в качестве топлива использовали природный газ, и в качестве окислителя использовали газ с концентрацией кислорода 92 мольных

процента. Горелки окислительной зоны работали при 111-процентном соотношении от стехиометрического соотношения кислорода к топливу, и горелки восстановительной зоны работали при 100-процентном стехиометрическом соотношении кислорода к топливу. Изобретение обеспечило возможность получения восстановленного прямым восстановлением железа с производительностью 16 т/час. Результаты этого примера настоящего изобретения представлены в Таблице 2.

Как видно из результатов, представленных в таблицах, осуществление изобретения обеспечивает возможность удваивания производительности прямого восстановления железа, в то же время фактически снижая расход топлива. Экономия топлива в приведенном примере составила 52,6 процента из расчета на тонну продукта в сравнении с известной системой. Более того, более низкий удельный расход топлива приводит к снижению эмиссии монооксида углерода, а также двуоксида углерода и NOX из расчета на тонну в час.

Кроме того, осуществление настоящего изобретения обеспечивает возможность значительного снижения количества горелок, необходимых для работы печи, таким образом значительно снижая капитальные затраты на получение железа путем прямого восстановления.

В том случае, когда не требуется более высокая производительность, изобретение может использоваться для улучшения качества железа, полученного прямым восстановлением. Это осуществляется путем увеличения количества углеродсодержащего материала, подаваемого в печь, и увеличением времени пребывания в печи материала, пропускаемого через печь. Высокие температуры и повышенный термический КПД, достигнутый за счет изобретения, позволяют увеличить количество углерода, диффундирующего в продуктивное железо, а также степень металлизации исходного сырья благодаря увеличенному времени пребывания материала в печи вследствие высоких температур, достигаемых при осуществлении изобретения.

В настоящее время при осуществлении настоящего изобретения можно получать железо прямым восстановлением при пониженных уровнях эмиссии монооксида углерода, используя меньше топлива, меньше горелок, и с образованием меньшего количества отходящего газа в сравнении с известными до настоящего времени и доступными способами прямого

восстановления железа для любого заданного уровня производства. Хотя изобретение подробно описано со ссылкой на конкретный предпочтительный вариант, специалистам должно быть понятно, что существуют другие варианты изобретения в рамках заявленной формулы изобретения.

Формула изобретения:

1. Способ получения железа прямым восстановлением в печи, содержащей окислительную и восстановительную зоны, включающий загрузку в окислительную зону печи исходного сырья, содержащего железистый материал и углеродсодержащий материал, отличающийся тем, что в окислительную зону печи подают окислитель и топливо через окислительные горелки и сжигают их для нагрева исходного сырья, при этом в качестве окислителя используют газ с концентрацией кислорода, по крайней мере, 25 мол.%, нагретое исходное сырье подают из окислительной зоны в восстановительную зону печи, в восстановительную зону печи подают окислитель и топливо через восстановительные горелки и сжигают их с получением продуктов реакции сгорания, включающих монооксид углерода, и получают железо прямым восстановлением за счет реагирования железистого материала с углеродсодержащим материалом и монооксидом углерода, при этом в качестве окислителя используют газ с концентрацией кислорода, по крайней мере, 25 мол.%.
2. Способ по п.1, отличающийся тем, что окислитель подают в печь из каждой горелки двумя потоками, один из которых представляет собой основной более высокоскоростной поток окислителя, а второй - дополнительный поток окислителя, имеющий более низкую скорость, чем скорость основного потока.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что часть продуктов реакции сгорания пропускают из восстановительной зоны в окислительную зону.
4. Способ по п.1, отличающийся тем, что продукты реакции сгорания выпускают из печи через выпускной газодух, расположенный в окислительной зоне.

5. Способ по п.4, отличающийся тем, что одну из окислительных горелок в окислительной зоне ориентируют из условия подачи окислителя и топлива в направлении выпускного газодуха.

6. Способ по п.1, отличающийся тем, что окислитель и топливо подают в окислительную зону в соотношении, при котором концентрация кислорода в печном газе в окислительной зоне составляет от 2 до 10 об.%.
55

Таблица 1

	Окислительная ! Восстановительная !		Суммарно
	зона !	зона !	
Генерированное тепло			
(10 ¹² ккал/час)	1,0836	3,06684	4,15044
Полезное тепло			
(10 ¹² ккал/час)	0,25956	1,12392	1,38348
Термический к.п.д.	23,9	36,7	33,3
Расход природного газа			
(м ³ /час)	0,118	0,3365	0,4552
Объем отходящего газа от горелок			
(м ³ /час)	1,75885	3,5391	5,29796

Таблица 2

	Окислительная зона	Восстановительная зона	Суммарно
Генерированное тепло			
(10 ¹² ккал/час)	0,72576	3,21048	3,9312
Полезное тепло			
(10 ¹² ккал/час)	0,51912	2,24784	2,76696
Термический к.п.д.	71,2	70,2	70,4
Расход природного газа			
(м ³ /час)	0,0797	0,03516	0,43134
Объем отходящего газа от горелок			
(м ³ /час)	0,275436	1,13302	1,408456