

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **045788**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.12.27

(21) Номер заявки
202390970

(22) Дата подачи заявки
2021.09.27

(51) Int. Cl. **C21B 7/16** (2006.01)
F27B 1/16 (2006.01)
F27D 3/16 (2006.01)

(54) **ДОМЕННАЯ ПЕЧЬ С ПОДАЧЕЙ В ШАХТУ ГОРЯЧЕГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ГАЗА**

(31) **LU102098**

(32) **2020.09.28**

(33) **LU**

(43) **2023.06.01**

(86) **РСТ/EP2021/076530**

(87) **WO 2022/064046 2022.03.31**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ПАУЛЬ ВЮРТ С.А. (LU)

(72) Изобретатель:
**Маджолли Никола (FR), Касс Жиль,
Кинцель Клаус Петер (LU)**

(74) Представитель:
**Веселицкий М.Б., Кузенкова Н.В.,
Каксис Р.А., Белоусов Ю.В., Куликов
А.В., Кузнецова Е.В., Соколов Р.А.,
Кузнецова Т.В. (RU)**

(56) **DE-A1-1508088
FR-A1-2398988
WO-A2-2013110969**

(57) Шахтная печь, прежде всего доменная печь, включает в себя металлический кожух (14), несколько фурм (16), расположенных для ввода горячего дутья в шахтную печь, и средства для ввода технологического газа в шахтную область шихты. Инжектор (50) включает в себя корпус (51) форсунки с периферийной стенкой (52), простирающейся вдоль продольной оси от передней части (54) по меньшей мере с одним сопловым отверстием (56) до противоположной задней части (58), соединенной с базовым элементом (60), причем корпус форсунки включает в себя внутренний газовый канал (62) для направления технологического газа от входного патрубка (64) в базовом элементе к сопловому(ым) отверстию(ям). Корпус (56) форсунки установлен через отверстие (66) в металлическом кожухе (14) так, что передний участок (54) с сопловым(и) отверстием(ями) расположен на внутренней стороне металлического кожуха, в то время как задняя часть (58) расположена снаружи металлического кожуха. Базовый элемент (60) включает в себя внешнюю монтажную часть (70), выполненную для соединения инжектора газонепроницаемым образом с монтажным блоком (68), окружающим отверстие (66) в металлическом кожухе.

045788
B1

045788
B1

Область изобретения

В общем, настоящее изобретение относится к области металлургии, а более конкретно - к эксплуатации шахтной печи, а именно к доменным печам, причем горячий восстановительный газ подается в шахту печи, прежде всего в область шихты.

Уровень техники

С учетом Парижского соглашения и почти всемирного согласия о необходимости действий в отношении выбросов является необходимым, чтобы каждая отрасль промышленности обращала внимание на разработку решений, направленных на улучшение энергетической эффективности и уменьшения выбросов CO₂.

В этом контексте специалисты в области металлургии железа разработали новые подходы для уменьшения экологического следа технологического маршрута производства железа в доменной печи. Действительно, несмотря на альтернативные способы, подобные переплавке лома или прямого восстановления в электродуговых печах, доменная печь (BF) в настоящее время все еще представляет наиболее широко используемый способ производства стали.

Среди разработанных для уменьшения выбросов CO₂ доменными печами подходов было предложено вводить горячий восстановительный газ, типичным образом сингаз (состоящий, главным образом, из CO и H₂), непосредственно в шахту доменной печи. Это также известно как "подача в шахту" и подразумевает ввод/подачу горячего восстановительного газа (сингаза) через внешнюю стенку выше уровня горячего дутья (фурм), т.е. выше заплечиков доменной печи, и предпочтительно в область восстановления газом твердой фазы оксида железа над областью спекания.

Предмет изобретения

Предметом изобретения является улучшение подачи горячего восстановительного газа в шахту доменной печи.

Краткое изложение сущности изобретения

Настоящее изобретение следует из наблюдения, что, хотя концепция подачи в шахту (т.е. ввода горячего технологического/восстановительного газа в шахту доменной печи) упоминается во многих публикациях или патентах, она до сих пор не была внедрена на промышленных доменных печах. В некоторых публикациях описаны теоретические или экспериментальные исследования ввода газа в шахту доменной печи. Обычно для исследования влияние разных параметров на проникновение и распределение газа в пористых слоистых структурах кокса и агломератов/окатышей, как они существуют в верхней части доменной печи, используются моделирование посредством вычислительной гидромеханики (CFD) или экспериментальные испытания на моделях в уменьшенном масштабе. В общем, выводами из этих исследований являлись, что глубина проникновения довольно ограничена и что газ остается вблизи стенки доменной печи.

Настоящее изобретение предлагает доменную печь согласно п.1 формулы изобретения.

Согласно настоящему изобретению шахтная печь, прежде всего доменная печь, включает в себя:

металлический кожух, задающий внешнюю стенку печи, предпочтительно снабженную охлаждающими элементами и/или огнеупорным материалом;

несколько фурм, расположенных вокруг внешней стенки на уровне фурм для ввода горячего дутья в шахтную печь;

средства для ввода технологического газа, прежде всего горячего восстановительного газа, в шахтную печь на уровне впуска выше уровня фурм, причем средства для ввода технологического газа включают в себя по меньшей мере один инжектор, включающий в себя:

корпус форсунки с периферийной стенкой, простирающейся вдоль продольной оси от передней части по меньшей мере с одним сопловым отверстием до противоположной задней части, соединенной с базовым элементом, причем корпус форсунки включает в себя внутренний газовый канал для направления газа от входного патрубка базового элемента к сопловому(ым) отверстию(ям);

корпус форсунки, установленный через отверстие в металлическом кожухе так, что передний участок с сопловым(и) отверстием(ями) расположен на внутренней стороне металлического кожуха, в то время как задняя часть расположена снаружи металлического кожуха; и

базовый элемент включает в себя внешнюю монтажную часть, выполненную для соединения форсунки герметичным (газонепроницаемым) образом с монтажным блоком, окружающим отверстие в металлическом кожухе (монтажный блок по существу расположен на внешней стороне кожуха).

Настоящее изобретение делает возможным увеличение и регулирование глубины проникновения введенного технологического газа посредством обеспечения инжектора, который выступает внутрь печи. Технологическим газом типичным образом является горячий восстановительный газ, например состоящий главным образом из CO и H₂ сингаз. Предпочтительно форсунки оборудованы для ввода горячего восстановительного газа в область шихты доменной печи. На практике инжекторы соединены за пределами доменной печи через соответствующий трубопровод с источником горячего восстановительного газа (например, сингаза CO, H₂).

Инжектор оснащен одним или несколькими сопловыми отверстиями (или форсунками) для выхода горячего газа, расположенными на передней части корпуса инжектора, например сбоку или на конце ин-

жектора. Обеспечение сопловых отверстий на одном инжекторе обеспечивает важную гибкость в отношении ориентации ввода газа. Таким образом, распределение газа может быть увеличено, поскольку инжекторное устройство не ограничивается единственной точкой ввода.

В дополнение, инжектор может быть ориентирован или в направлении центра печи, или в тангенциальном направлении (в направлении к окружности внутреннего кожуха). Ориентация в тангенциальном направлении помогает создавать закрученный поток в доменной печи, который может увеличить распределение газа и смешивание с поднимающимся с уровня фурм газом. Разные комбинации числа, угла инжекторов вместе с числом, размером, расположением и углом сопловых отверстий в каждом инжекторе обеспечивают большую гибкость для адаптации конструкции инжектора к данным условиям процесса и данной доменной печи (небольшая/большая доменная печь).

Другое преимущество настоящего изобретения получается за счет способности инжектора быть легко встраиваемым в существующие доменные печи. Предпочтительно размер инжектора выбирается так, что он может быть помещен между двумя охлаждающими элементами (пластинчатыми охладителями из чугуна или меди, или другими) посредством сверления между внешними охлаждающими каналами двух соседних охлаждающих элементов. Альтернативно, он может быть помещен в одной плите с адаптированными охлаждающими каналами. Пользуясь преимуществом современной технологии быстрой замены пластинчатых охладителей, этот вид вмешательства также может быть реализован во время кратковременных остановок доменной печи.

В вариантах осуществления отверстие в металлическом кожухе окружено уплотненным монтажным блоком, который выполнен для взаимодействия с монтажной частью базового элемента.

В вариантах осуществления базовый элемент выполнен для опоры корпуса инжектора, т.е. корпус форсунки прикреплен к базовому элементу на его задней части. Монтажная часть окружает корпус форсунки и соединена уплотняющим образом с монтажным блоком. Это делает возможным газонепроницаемый монтаж инжектора на металлическом кожухе. Подходящий газонепроницаемый монтаж и конструкция инжектора являются особо желательными, поскольку технологический газ в предполагаемом применении содержит CO и H₂, которые будут самопроизвольно воспламеняться при просачивании наружу или могут образовывать взрывоопасную атмосферу при смешении с воздухом.

Монтажный блок может включать в себя втулку, окружающую отверстие и прикрепленную уплотняющим образом к металлическому кожуху. Втулка оснащена первым кольцеобразным фланцем, который взаимодействует со вторым кольцеобразным фланцем на базовом элементе монтажной части.

В вариантах осуществления базовый элемент включает в себя выполненный в форме чаши внешний элемент с окруженной боковой стенкой донной стенкой, причем внешний элемент включает в себя второй кольцеобразный фланец, и во внешнем элементе находится внутренний элемент. Внутренний элемент имеет первую кольцеобразную уплотняющую поверхность, взаимодействующую со второй кольцеобразной уплотняющей поверхностью внешнего элемента.

В вариантах осуществления внутренний элемент выполнен кольцеобразным и задает простирающийся вдоль продольной оси центральный проход, причем центральный проход образует впускной канал технологического газа.

В вариантах осуществления внутренний элемент имеет внешнюю периферийную поверхность, включающую в себя первую уплотняющую поверхность, и боковая стенка имеет внутреннюю периферийную поверхность, включающую в себя вторую уплотняющую поверхность. Вторая уплотняющая поверхность может быть поверхностью в форме усеченного конуса, сужающейся к донной стенке внешнего элемента, и первая уплотняющая поверхность является взаимодействующей с ней поверхностью в форме усеченного конуса. Предпочтительно первая и вторая кольцеобразные поверхности имеют согласованные/одинаковые углы конуса.

Использование внутреннего и внешнего конуса обеспечивает функцию безопасности, которая делает возможным газонепроницаемое соединение внутреннего и внешнего элементов, которое может быть легко демонтировано, даже если форсунка застряла внутри печи или вследствие механической или тепловой деформации или вследствие накопления отложений. Внешний элемент, не находящийся в контакте с атмосферой печи, может быть удален, и выполненная заодно с корпусом форсунки внутренняя часть может быть отдельно удалена наружу или, если инжектор полностью деформирован или имеет прилипшие к нему отложения, которые не позволяют его удаление наружу, может быть насильно протолкнута внутрь печи. Внутренний элемент с форсункой инжектора тогда будет заменен запасной деталью. Так эта конструкция обеспечивает безопасный и надежный способ демонтажа, обслуживания и замены инжектора. С этой целью внешние размеры корпуса форсунки и внутреннего элемента по конструкции меньше поперечного сечения отверстия в металлическом кожухе, так что они могут быть введены в печь.

Легкая разборка устройства также является преимуществом при обычном осмотре области ввода внутри печи по время остановок на техническое обслуживание доменной печи. Удаление инжектора обеспечивает легкий доступ для осмотра и возможно очистки/удаления отложений вокруг вводного отверстия.

В доменной печи инжектор в общем случае располагается своей передней частью вставленной в отверстие в металлическом кожухе, а также в отверстие в охлаждающем(их) элементе(ах) и/или огнеупор-

ном материале, который покрывает внутреннюю поверхность (или иногда внешнюю поверхность) металлического кожуха. Форсунка согласно изобретению совместима со всеми видами технологий охлаждения, например охлаждающими панелями/пластинчатыми охладителями или коробчатыми холодильниками и орошением. Обычно инжектор располагается так, что некоторая длина передней части корпуса форсунки выступает внутрь печи, т.е. выступает относительно металлического кожуха и/или передней стороны охлаждающего(их) элемента(ов) и/или относительно сформованного на передней стороне охлаждающей панели керамического слоя или металлического кожуха. Длина выступающего участка может регулироваться в зависимости от применения и конфигурации инжекторных отверстий. В некоторых применениях, например с аксиально выступающими отверстиями, конец инжектора может быть расположен так, чтобы выступать лишь слегка или находиться заподлицо с передней стороной охлаждающего элемента/керамического слоя. Это может быть желательным в применениях, где глубина проникновения не является главным критерием, но большее внимание уделяется долговечности и уменьшенному техническому обслуживанию инжектора.

В некоторых вариантах осуществления выступающий кожух расположен над инжектором(ами) и выполнен для защиты передней части корпуса форсунки, которая выступает внутрь печи, от опускающегося шихтового материала. Такая защита корпуса форсунки инжектора от истирания опускающимся шихтовым материалом (-агломератами/окатышами и коксом) может быть достигнута, например, посредством стального кожуха (гладкого или гофрированного), факультативно охлаждаемого водой, керамической или огнеупорной облицовки или наварки из антиабразивного материала. Альтернативно, верхняя поверхность корпуса форсунки может иметь форму, способствующую затормаживанию опускающегося материала. Инжектор может иметь, например, уплощенную верхнюю поверхность с направленными вверх периферийными ребрами для удержания опускающегося материала.

Еще одной возможностью защиты выступающей части инжектора является ввод заполняющего материала над инжектором для образования защитной массы. Это может быть выполнено посредством питающего канала, выполненного проходящим из области базового элемента и открывающимся в переднюю, верхнюю область периферийной стенки, через который после установки инжектора в кожух печи может быть введен заполняющий материал.

Таким образом, заполняющий материал вводится после установки инжектора в стенке печи и накапливается над инжектором в качестве защитной массы.

В общем, особенностью инжектора могут быть инструменты, делающие возможным тепловой, механический и технологический контроль. Например, инжектор может включать в себя одну или более термпар для наблюдения за температурой газового потока. Он может также включать в себя датчик обнаружения износа.

Для удобства детали инжектора в общем случае имеют осесимметричную форму для легкости изготовления и установки. Корпус форсунки и базовый элемент типичным образом могут иметь круглое поперечное сечение. В вариантах осуществления может быть предусмотрено продолговатое или прямоугольное поперечное сечение, прежде всего для перечной части корпуса форсунки, но желательно, чтобы область границы между корпусом форсунки и базовым элементом оставалась осесимметричной.

Вышеупомянутые и другие варианты осуществления описаны в прилагаемых зависимых пунктах 2-25 формулы изобретения.

Настоящее изобретение также относится к инжектору технологического газа для доменной печи, как раскрыто здесь и описано в одном из пунктов 1-25 формулы изобретения.

Инжектор включает в себя корпус форсунки с периферийной стенкой, простирающейся вдоль продольной оси от передней части по меньшей мере с одним сопловым отверстием до противоположной задней части, соединенной с базовым элементом, причем корпус форсунки включает в себя внутренний газовый канал для направления технологического газа от впускного патрубка в базовом элементе к сопловому(ым) отверстию(ям). Корпус форсунки сконфигурирован для установки через отверстие в металлическом кожухе шахтной печи так, что передняя область с сопловым(и) отверстием(ями) располагается на внутренней стороне металлического кожуха, в то время как задняя часть остается с внешней стороны металлического кожуха. Базовый элемент включает в себя периферийную монтажную часть, выполненную для соединения инжектора газонепроницаемым образом с окружающим отверстием (66) монтажным блоком в металлическом кожухе.

Настоящее изобретение является важным дополнением к технологии подачи в шахту и находит, например, применение в разработанных в настоящее время способах производства сингаза, основанных на реформировании содержащих углеводороды газов (коксового газа, природного газа), или процессах разделения газа, позволяющих концентрировать CO и H₂ в газовом потоке, подлежащем повторному использованию после его нагреванию в доменной печи. Настоящее изобретение также позволит вводить в шахту значительные количества горячего восстановительного газа, приводя к значительному снижению эксплуатационных затрат, потребления кокса, выбросов CO₂ в технологическом процессе с использованием доменной печи.

Краткое описание чертежей

Теперь настоящее изобретение будет описано в качестве примера со ссылкой на прилагаемые чер-

тежи, на которых:

фиг. 1: является принципиальным видом доменной печи, оснащенной для ввода в шахту горячего восстановительного газа;

фиг. 2: является принципиальным видом поперечного сечения через являющийся предметом настоящего изобретения инжектор, установленный в доменной печи;

фиг. 3: является эскизом, иллюстрирующим систему ввода горячего восстановительного газа; и

фиг. 4: является принципиальной схемой защитного кожуха для инжектора А) на виде сбоку и Б) на виде спереди.

Подробное описание предпочтительных вариантов осуществления

На фиг. 1 схематически показана доменная печь, которая, в общем, включает в себя горн 12 и формирующий шахту стальной кожух 14, простирающийся вертикально над горном 12. Верхняя зона 12.1 горна содержит отверстия для фурм 16, которые используются для введения горячего дутья в печь. В этой группе фурм 12.1 фурмы 16 распределены по окружности вокруг печи и питаются горячим дутьем из периферийного/кольцеобразного трубопровода 18. В общем, кожух 14 разделен на три зоны: запелечки 14.1, распор 14.2 и шихта 14.3. Горловина 20 доменной печи закрыта посредством верхнего конуса 22 с отводами 24 и верхним кольцом 26. Хотя не показано, верхнее загрузочное устройство расположено над верхним конусом 22 и служит функции распределения в печи сырьевых материалов для доменной печи. Верхнее загрузочное устройство является, предпочтительно типа BELL LESS TOP®, причем распределительный лоток 28 которого показан на фиг. 1.

Стальной кожух 14 образует внешнюю стенку печи. Его внутренняя поверхность (т.е. в направлении к внутренней части печи) в общем случае покрыта охлаждающими панелями 30 (или пластинчатыми охладителями), как лучше видно на фиг. 3. Такие охлаждающие панели типичным образом имеют пластинчатый корпус, изготовленный из стали или меди (сплава) с внутренними каналами охлаждающей жидкости, по которым циркулирует охлаждающая жидкость (вода). Передняя сторона охлаждающих панелей 30 (т.е. обращенная к внутренней части печи) также в общем случае покрыта защитным слоем из стальных ребристых вставок или огнеупорного материала (не показано).

Ссылочное обозначение 32 на фиг. 1 указывает на шахтную впрысковую систему, выполненную для ввода горячего восстановительного газа в шахту доменной печи, т.е. выше уровня 12.1 фурм. Горячий восстановительный газ типичным образом является сингазом, содержащим CO и H₂. Согласно фиг. 3 шахтная впрысковая система 32 здесь включает в себя несколько инжекторов 50 (подробно описаны ниже), соединенных с первым периферийным каналом 36 (подобным кольцевому трубопроводу 18), по которому транспортируется сингаз/технологический газ. На практике периферийный канал соединен с источником технологического газа (не показан). Каждый инжектор 50 соединен с каналом 36 через отдельные соединительные трубы 38. Предпочтительно инжекторы являются водоохлаждаемыми. Ссылочное обозначение 40 указывает на второй периферийный канал, который транспортирует свежую охлаждающую воду для инжекторов, в то время как протекающая от инжекторов охлаждающая вода собирается через третий периферийный канал 42.

Вариант осуществления топливного инжектора будет теперь описан подробно со ссылкой на фиг. 2. Инжектор 50 включает в себя корпус 51 форсунки с периферийной стенкой 52, простирающейся вдоль продольной оси L от передней части 54, например с двумя сопловыми отверстиями 56, до противоположной задней части 58, соединенной с базовым элементом 60. Корпус форсунки 51 включает в себя внутренний газовый канал 62 для направления газа от впускного патрубка 64 в базовом элементе 60 к сопловым отверстиям 56.

Корпус 51 форсунки установлен через отверстие 66 в кожухе 14 печи таким образом, что передняя область 54 с сопловым(и) отверстием(ями) располагается внутри печи, в то время как базовая часть 56 находится за пределами внешней стенки 14. Базовый элемент 60 соединен уплотняющим образом с внешней стенкой 14.

Поскольку кожух 14 внутри покрыт охлаждающими панелями 30, в охлаждающих панелях (или соседних охлаждающих панелях) как осевое продолжение первого отверстия 66 образовано второе отверстие 66'. Таким образом, инжектор может быть должным образом расположен с передней частью внутри печи. Корпус форсунки простирается через отверстия в кожухе 14 и охлаждающей панели 30 и выступает из охлаждающих панелей внутрь печи.

Второе отверстие 66' может быть выполнено в одной охлаждающей панели или в месте соединения между двумя охлаждающими панелями в частях корпуса, где нет внутренних каналов охлаждающей жидкости.

Для легкости установки и целей уплотнения направляющая втулка 67 (изготовленная из стали, керамического материала или подходящего металлического сплава) может быть расположена так, чтобы простирались в двух отверстиях 66, 66'. Направляющая втулка 67 имеет внешний диаметр, соответствующий диаметру отверстий 66, 66', и длину, соответствующую расстоянию от передней стороны охлаждающей панели до внешней стороны кожуха 14. Внутренний диаметр направляющей втулки 67 соответствует наружному диаметру корпуса 51 форсунки.

Отверстие 66 во внешней стенке 14 окружено герметичным монтажным блоком 68, который вы-

полнен для взаимодействия с монтажной частью 70 базового элемента 60. Монтажный блок 68 включает в себя втулку 68.1 (отрезок трубы), окружающую отверстие 66 и уплотняющим образом приваренную к внешней поверхности кожуха 14. Втулка 68.1 простирается от кожуха 14 в общем случае вдоль оси L и имеет первый кольцеобразный фланец 68.2, окружающий его входное отверстие и предназначенный для взаимодействия со вторым кольцеобразным фланцем 70.1 монтажной части 70 базового элемента. В настоящем тексте "уплотненный" и "уплотняющим образом" подразумевают газонепроницаемое соединение/сборку.

Базовый элемент 60 включает в себя выполненный в форме чаши внешний элемент 72 с окруженной боковой стенкой 72.2 донной стенкой 72.1, и внутренний элемент 74 находится внутри внешнего элемента. Внешний элемент 72 ориентирован так, что его содержащее внутренний элемент 74 углубление обращено к корпусу 51 инжектора. Монтажная часть 70 расположена на осевом продолжении боковой стенки 72.2 в направлении монтажного блока 68. Она включает в себя часть 70.2 в виде втулки, приваренной на одном конце к внешнему элементу и снабженной на другом конце вторым кольцеобразным фланцем 70.1.

Внутренний элемент 74 выполнен в виде кольца и задает центральный проход 74.1, простирающийся вдоль продольной оси L, причем центральный проход образует впускной патрубок 64 для технологического газа. Выполненный в виде кольца внутренний элемент 74 имеет в целом коническое поперечное сечение с внешней, периферийной поверхностью 74.2, противоположащей внутренней поверхности 74.1, а также простирающиеся радиально переднюю и заднюю поверхности 74.3, 74.4, обращенные соответственно к корпусу 51 инжектора и донной стенке 72.1 внешнего элемента.

Периферийная поверхность 74.2 внутреннего элемента включает в себя первую кольцеобразную уплотняющую поверхность 74.5, которая взаимодействует с обращенной к ней второй кольцеобразной уплотняющей поверхностью 72.3 на внутренней стороне боковой стенки 72.2. В этом варианте осуществления первая и вторая уплотняющие поверхности 74.5, 72.3 выполнены как взаимодействующие поверхности в виде усеченного конуса, обеспечивающие газонепроницаемое уплотнение металл-металл.

Дополнительное уплотнение может быть выполнено с уплотнениями типа кольца с круглым сечением или другими металлическими уплотнениями. Вторая уплотняющая поверхность 72.3 сужается в направлении донной стенки 72.1, так что при вдавливании внутреннего элемента 74 во внешний элемент 72 увеличивает контактное давления на уплотняющих поверхностях.

Предпочтительно угол конуса первой кольцеобразной поверхности 74.5, предпочтительно такой же, как и угол конуса второй кольцеобразной поверхности 72.3.

Внутренний элемент 74 закреплен на внешнем элементе 72 посредством винтов 76, которые входят в зацепление через донную стенку 72.1 внешнего элемента 72.

Корпус 51 форсунки также включает в себя внутреннюю трубку 80, простирающуюся аксиально от базового элемента 60 в направлении передней области в осевом продолжении центрального прохода 74.1. Внутренняя трубка 80 выполнена для направления технологического газа от впускного патрубка 64 к сопловым отверстиям.

Как показано на фиг. 2, впускной патрубок включает в себя соединительный канал 65, который закреплен на задней поверхности 74.4 внутреннего элемента и окружает проход 74.1. Соединительный канал 65 простирается в отверстии 72.4 через донную стенку 72.1 и включает в себя соединительный элемент, например кольцеобразный фланец 65.1 для соединения с соответствующим фланцем 38.1 или с питающим отводом 38, сообщающимся с периферийным каналом 36, поставляющим горячий восстановительный газ. Хотя не показано, соединительный канал 65 и питающий отвод 38 могут быть снабжены огнеупорной футеровкой.

Детали корпуса 51 форсунки и базового элемента 60 в общем случае могут быть изготовлены из стали или стального сплава или металлического сплава. В вариантах осуществления внешняя стенка 52 и внутренняя трубка 80 могут быть изготовлены из меди или медного сплава.

Можно увидеть, что как периферийная стенка 52, так и внутренняя трубка 80 выполнены в виде трубчатых элементов, закрытых спереди (за исключением сопловых отверстия) и открытых сзади, где они поддерживаются внутренним элементом 74. Термин "поддерживаются" здесь означает, что задние концы трубок 52 и 80 прикреплены к внутреннему элементу 74, например, посредством сварки. Поскольку входное отверстие внутренней трубки 80 окружает центральный проход 74.1 и периферийная стенка 52 окружает внутреннюю трубку 80, между двумя трубками образуется закрытый кольцеобразный зазор 82.

С этой двустенной конфигурацией сопловые отверстия выполнены посредством небольших трубчатых участков 57, простирающихся от внутренней трубки 80 к периферийной стенке, как показано на фиг. 2.

В этом варианте сопловые отверстия 56 направлены под углом вперед, итак, в направлении центра шахты. В общем, сопловые отверстия могут быть выполнены для ввода технологического газа в осевом направлении (отверстие на конце корпуса инжектора) или вбок или вперед, как показано, или вниз (перпендикулярно оси L) или даже по касательной (т.е. вдоль окружности внутреннего кожуха) для создания вихревого эффекта.

Ссылочное обозначение 77 указывает на центрирующее кольцо, прикрепленное к передней стороне 74.3 внутреннего кольца. Его размеры (диаметр/толщина) по существу соответствуют размерам направляющей втулки 67. Следовательно, толщина центрирующего кольца 77 соответствует кольцеобразному пространству между внешней стенкой и втулкой 70.2.

Топливный инжектор 50 подвергается значительному нагреву внутри печи. Поэтому на внешней поверхности периферийной стенке 52 выполнен теплозащитный слой 84, например, изготовленный из керамического материала, или стального сплава, или твердого сплава. Изолирующий слой 86, предпочтительно основанный на керамике или огнеупорном материале, защищает внутреннюю поверхность внутренней трубки 80. Между трубкой 80 и изолирующим слоем 86 может быть расположен промежуточный слой из металлического или изолирующего материала. Предпочтительно детали на основе меди (трубки 52 и 80) и стальные слои (промежуточный слой и внешний слой 84) металлургическим образом связаны друг с другом посредством диффузионного слоя.

Предпочтительно в образованном в корпусе 51 форсунки кольцеобразном зазоре 82 может циркулировать вода. Зазор 82 может быть предусмотрен с направляющими элементами для предотвращения застойных областей и для обеспечения достаточной высокой скорости воды, позволяющей эффективно защищать инжектор от тепла доменной печи, с одной стороны, и горячего сингаза, с другой стороны. Поэтому в базовом элементе 60 выполнен входной канал охлаждающей жидкости, который включает в себя входной направляющий проход 88 на боковой стенке 72.2 внешнего элемента 72 (больше, чем труба 96 охлаждающей жидкости) и изогнутый канал 90 с резьбовым входным участком, ведущим от первой уплотняющей поверхности 74.5 к отверстию на передней поверхности 74.3 внутреннего элемента 74, которое сообщается с кольцеобразным зазором 82.

Дополнительный уплотнительный элемент может быть расположен на внешней поверхности входного и выходного каналов с внешней стенкой 72.2.

Первая водяная труба 96 введена во входной направляющий проход 88 и далее простирается в изогнутый канал 90, где она герметично ввинчена во входной участок. На противоположном конце первая водяная труба 96 включает в себя соединительный элемент (не показан) для непосредственного или косвенного присоединения к периферийному каналу 40. Вторая водяная труба 98 вставлена во входной участок 92 и далее простирается в изогнутый канал 94, где она герметично ввинчена во входной участок. На противоположной стороне вторая водяная труба 98 включает в себя соединительный элемент (не показан) для непосредственного или косвенного присоединения к периферийному каналу 42. Направляющие проходы 88 и 92 имеют поперечное сечение немного большее, чем внешний диаметр труб 96, 98 охлаждающей жидкости.

Ссылочное обозначение 68.3 указывает на заполняющий патрубков, через который жидкий цементный материал, изолирующий материал или подобный материал может быть введен в полость 79 между корпусом 51 форсунки и втулкой 68.1 (на внешней стороне печи), снижая таким образом риски утечки и/или заполнения пылью и т.п.

В вариантах осуществления выступающая крышка может быть расположена над инжектором(-ами) и выполнена для защиты передней части корпуса форсунки, которая выступает внутрь печи, от опускающегося шихтового материала. Такая защита корпуса форсунки инжектора от истирания посредством опускающегося шихтового материала (агломератов/окатышей и кокса) может быть, например, достигнута посредством стального кожуха, гладкого или гофрированного. Принцип этого выступающего кожуха 100 показан на фиг. 4 и образует разновидность крышки, простирающейся в продольном направлении L инжектора. Она закрывает выступающую длину инжектора (показан штриховыми линиями). Как можно увидеть, кожух 100 является участком изогнутого стального профиля, более конкретно, имеющего перевернутую скругленную V-образную форму. Вершина 100.1 V-образного профиля находится над инжектором 50, а две ветви 100.2 простираются по обеим боковым сторонам инжектора 50, факультативно даже ниже инжектора. Кожух 100 может быть охлаждаемым жидкостью, непосредственно или косвенно. Каналы охлаждающей жидкости могут быть расположены, например, на нижних сторонах кожуха.

Остается отметить, что соединительные трубы 38 могут включать в себя колено 38.1 с люком 38.2 для технического обслуживания и осмотра, предусмотренным в задней части колена 38.1, причем его центральная ось соответствует продольной оси L инжектора. Крышка, смотровое стекло и/или камера является/являются соединенными с возможностью удаления со смотровым окном 38.2. Могут быть одновременно использованы фотокамера и смотровое стекло, например, посредством размещенного подходящим образом расщепителя луча. Поскольку на уровне шахты, в противоположность уровню фурм, внутри доменной печи темно, фотокамера предпочтительно является тепловой и/или инфракрасной фотокамерой и/или может быть обеспечен дополнительный источник света.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Шахтная печь, включающая в себя:
 - металлический кожух (14), задающий внешнюю стенку печи;
 - несколько фурм (16), расположенных вокруг металлического кожуха (14) на уровне фурм для ввода горячего дутья в шахтную печь;
 - средства для ввода технологического газа в шахтную печь на уровне (14.3) впуска выше уровня фурм,
 - причем средства для ввода технологического газа включают в себя по меньшей мере один инжектор (50), который включает в себя корпус (51) форсунки с периферийной стенкой (52), простирающейся вдоль продольной оси от передней части (54) по меньшей мере с одним сопловым отверстием (56) до противоположной задней части (58), соединенной с базовым элементом (60), причем корпус форсунки включает в себя внутренний газовый канал (62) для направления технологического газа от входного патрубка (64) в базовом элементе к сопловому(ым) отверстию(ям);
 - корпус (51) форсунки установлен через отверстие (66) в металлическом кожухе (14) так, что передний участок (54) с сопловым(и) отверстием(ями) расположен на внутренней стороне металлического кожуха, в то время как задняя часть (58) расположена снаружи металлического кожуха;
 - базовый элемент (60) включает в себя внешнюю монтажную часть (70), выполненную для соединения инжектора газонепроницаемым образом с монтажным блоком (68), окружающим отверстие (66) в металлическом кожухе; и
 - базовый элемент (60) выполнен для опоры корпуса (51) форсунки;
 - периферийная монтажная часть (70) окружает корпус (51) форсунки по части его заднего части (58); а
 - монтажный блок (68) включает в себя втулку (68.1), окружающую отверстие (66) и прикрепленную уплотняющим образом к металлическому кожуху, причем втулка (68.1) оснащена первым кольцеобразным фланцем (68.2), который взаимодействует со вторым кольцеобразным фланцем (70.1) на периферийной монтажной части (70) базового элемента (60).
2. Шахтная печь по п.1, причем базовый элемент (60) включает в себя:
 - выполненный в форме чаши внешний элемент (72) с окруженной боковой стенкой (72.2) донной стенкой (72.1),
 - причем внешний элемент (72) включает в себя второй кольцеобразный фланец (70.1); и
 - внутренний элемент (74), расположенный внутри внешнего элемента (72),
 - причем внутренний элемент (74) имеет первую кольцеобразную уплотняющую поверхность (74.5), взаимодействующую со второй кольцеобразной уплотняющей поверхностью (72.3) внешнего элемента (72).
3. Шахтная печь по п.2, причем внутренний элемент (74) выполнен кольцеобразным и задает простирающийся вдоль продольной оси центральный проход (74.1), причем центральный проход образует впускной патрубок (64) для технологического газа.
4. Шахтная печь по п.2 или 3, причем внутренний элемент (74) имеет внешнюю периферийную поверхность (74.2), включающую в себя первую уплотняющую поверхность (74.5), и боковая стенка (72.2) имеет внутреннюю периферийную поверхность, включающую в себя вторую уплотнительную поверхность (72.3).
5. Шахтная печь по п.4, причем вторая уплотняющая поверхность (72.3) является поверхностью в форме усеченного конуса, сужающейся к донной стенке (72.1) внешнего элемента, и первая уплотняющая поверхность (74.5) является взаимодействующей поверхностью в форме усеченного конуса.
6. Шахтная печь по одному из предшествующих пунктов, причем корпус (51) форсунки включает в себя внутреннюю трубку (80), простирающуюся аксиально от базового элемента к концу в осевом продолжении центрального прохода 74.1, причем внутренняя трубка выполнена для направления технологического газа от впускного патрубка (64) к сопловым отверстиям (56).
7. Шахтная печь по п.6, причем между внутренней трубкой (80) и периферийной стенкой (52) образован закрытый кольцеобразный зазор (82), и предпочтительно базовый элемент (60) включает в себя входной канал охлаждающей жидкости и выходной канал охлаждающей жидкости, выполненные для подачи охлаждающей жидкости к кольцеобразному зазору и соответственно отбора охлаждающей жидкости из него.
8. Шахтная печь по п.7, причем входной канал охлаждающей жидкости включает в себя входной направляющий проход (88) в боковой стенке внешнего элемента и изогнутый канал (90), ведущий от первой уплотняющей поверхности к отверстию на передней поверхности внутреннего элемента и сообщаемый с кольцеобразным зазором (82), и выходной канал охлаждающей жидкости включает в себя выходной направляющий канал (92) в боковой стенке внешнего элемента и изогнутый канал (94), ведущий от первой уплотнительной поверхности к отверстию на передней стороне внутреннего элемента и сообщаемый с кольцевым зазором (82).
9. Шахтная печь по п.8, причем первая охлаждающая труба (96) уплотняющим образом установлена

во входном канале охлаждающей жидкости, а вторая охлаждающая труба (98) уплотняющим образом установлена в выходном канале охлаждающей жидкости, причем первая и вторая охлаждающие трубы имеют соединительный элемент для присоединения к соответствующей подаче охлаждающей жидкости и соединительным каналам.

10. Шахтная печь по одному из предшествующих пунктов, причем корпус (51) форсунки также вставлен через отверстие (66') в охлаждающем элементе, или соседних охлаждающих элементах, или керамической/огнеупорной облицовке, за счёт чего передняя часть выступает на предварительно заданную длину из горячей стороны охлаждающего(их) элемента(ов), из покрывающего переднюю сторону охлаждающего элемента керамического слоя, соответственно из керамической/огнеупорной облицовки.

11. Шахтная печь по одному из предшествующих пунктов, причем выступающий кожух (100) расположен над инжектором(ами) и выполнен для защиты передней части корпуса форсунки, которая выступает внутрь печи, от опускающегося шихтового материала.

12. Шахтная печь по одному из предшествующих пунктов, причем сопловые отверстия (56) выполнены так, чтобы позволять ввод технологического газа по существу вдоль продольной оси и/или перпендикулярно к ней.

13. Шахтная печь по одному из предшествующих пунктов, причем по меньшей мере часть сопловых отверстий (56) расположена сбоку на передней части (54) для ввода газа вниз по потоку в печь или по касательной.

14. Шахтная печь по одному из предшествующих пунктов, причем инжектор (50) расположен через металлический кожух (14) так, что его продольная ось направлена по существу к центру печи или ориентирован по касательной.

15. Шахтная печь по одному из пп.2-14, причем инжектор включает в себя питающий отвод (65) технологического газа, который присоединен на одном конце к задней поверхности внутреннего элемента (74), окружая центральный проход (74.1), причем питающий отвод простирается через отверстие (72.4) в донной стенке (72.1) внешнего элемента и включает в себя на его другом конце соединительный элемент.

16. Шахтная печь по п.15, причем средства для ввода технологического газа включают в себя периферийный канал (36), окружающий металлический кожух (1), причем каждый инжектор присоединен к периферийному каналу посредством отдельной питающей трубы (38), соединенной с соединительным элементом питающего инжектор отвода.

17. Шахтная печь по одному из предшествующих пунктов, причем периферийная стенка (52) покрыта внешним теплозащитным слоем (84) и/или внутренняя трубка (80) снабжена внутренним теплозащитным слоем (86).

18. Шахтная печь по одному из предшествующих пунктов, причем периферийная стенка (52) покрыта противоизносной защитой, подобной приваренному, стойкому к износу материалу.

19. Шахтная печь по одному из предшествующих пунктов, причем инжектор (50) включает в себя одну или более термомпар и/или детекторов износа.

20. Шахтная печь по одному из предшествующих пунктов, причем верхняя поверхность корпуса (51) форсунки выполнена в форме, способствующей затормаживанию опускающегося материала, прежде всего посредством уплощенной верхней поверхности с направленными вверх ребрами.

21. Шахтная печь по одному из предшествующих пунктов, причем инжектор (50) включает в себя питающий канал для заполняющего материала, открывающийся в переднюю, верхнюю область периферийной стенки.

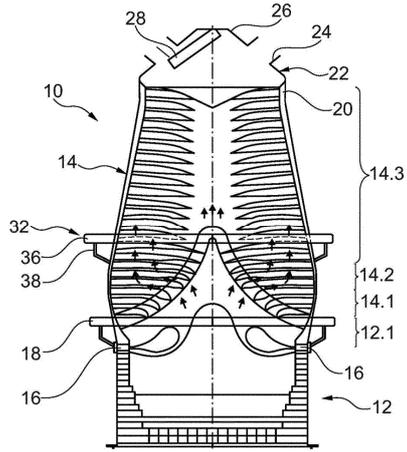
22. Шахтная печь по одному из пп.2-21, причем внешние размеры корпуса (51) форсунки и внутреннего элемента (74) по конструкции меньше поперечного сечения отверстия (66) в металлическом кожухе (14), так что они могут быть введены в печь.

23. Шахтная печь по одному из предшествующих пунктов, причем монтажный блок (68) или монтажная часть (70) включают в себя заполняющий патрубок (68.3) для ввода жидкого цементного материала, изолирующего материала или подобного материала в окружающее периферийную стенку (52) кольцеобразное пространство.

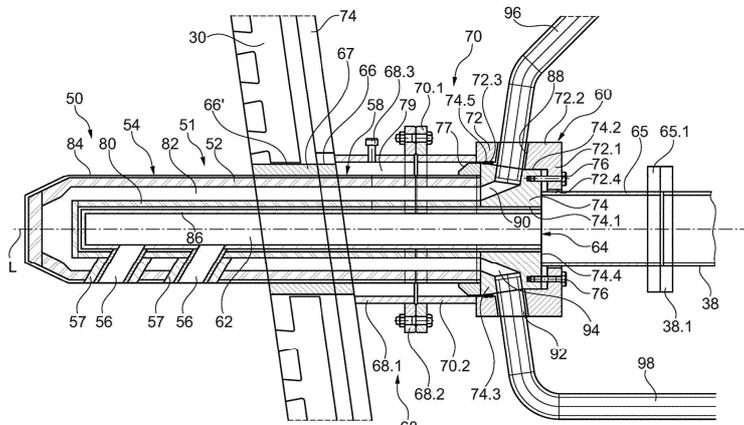
24. Шахтная печь по одному из предшествующих пунктов, причем металлический кожух (14) снабжен охлаждающими элементами и/или огнеупорным материалом.

25. Шахтная печь по одному из предшествующих пунктов, причем средства для ввода технологического газа предназначены для ввода горячего восстановительного газа.

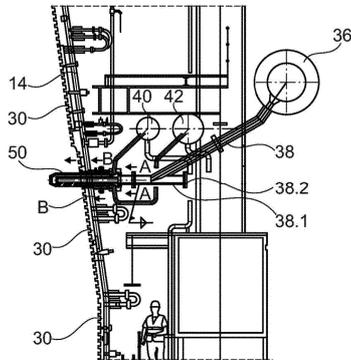
26. Шахтная печь по одному из предшествующих пунктов, представляющая собой доменную печь.



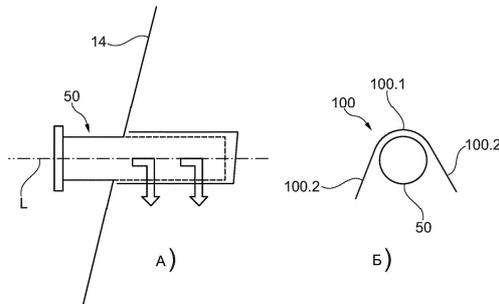
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4