

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **044816**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2023.10.03**

(21) Номер заявки  
**202390971**

(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) **СИСТЕМА ВВОДА ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ГАЗА**

---

(31) **LU102097**

(32) **2020.09.28**

(33) **LU**

(43) **2023.06.01**

(86) **PCT/EP2021/076434**

(87) **WO 2022/064022 2022.03.31**

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

(72) Изобретатель:

**Маджолли Николя (FR), Кинцель  
Клаус Петер, Касс Жиль (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) **EP-A1-2848705**  
**JP-U-S53137106**

(57) Система (10) ввода восстановительного газа для доменной печи, включающая в себя стенку (30) доменной печи, причем система ввода восстановительного газа включает в себя распределительную трубу (20) восстановительного газа, один или несколько инжекторов (40), смонтированных на стенке доменной печи на уровне шахты, причем распределительная труба (20) восстановительного газа присоединена к стенке (30) доменной печи или ее опорной конструкции, причем инжектор(ы) (40) включает(ют) в себя корпус (42) форсунки с периферийной стенкой, простирающейся вдоль продольной оси от передней части по меньшей мере с одним сопловым отверстием (41) до противоположной задней части с впускным патрубком (43), причем корпус форсунки включает в себя внутренний газовый канал для направления восстановительного газа от входного патрубка (43) к сопловому(ым) отверстию(ям) (41), причем корпус (42) форсунки закреплен через отверстие в стенке (30) доменной печи так, что передняя часть с сопловым(и) отверстием(ями) (41) расположена на внутренней стороне (31) доменной печи, в то время как задняя часть с впускным патрубком (43) расположена снаружи стенки доменной печи, причем корпус (42) форсунки включает в себя периферийную установочную часть, выполненную для соединения инжектора газонепроницаемым образом с отверстием в стенке доменной печи, причем впускной патрубок (43) находится в гидродинамической связи с распределительной трубой (20) восстановительного газа посредством инжекторного рукава, причем инжекторный рукав включает в себя соединенную с распределительной трубой (20) восстановительного газа питающую трубу (51), соединенную с питающей трубой (51) колено (52) трубы, и соединенную с коленом (52) трубы инжекторную трубу (53), причем инжекторная труба (53) прикреплена с помощью фланца газонепроницаемым образом к впускному патрубку (43) инжектора (40), и инжекторная труба (53) и/или выходной патрубок колена трубы включают в себя по меньшей мере одно карданное компенсирующее соединение (531).

**B1**

**044816**

**044816**

**B1**

### Область изобретения

В общем, настоящее изобретение относится к области металлургии, а более конкретно к эксплуатации доменной печи, 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 CO<sub>2</sub>.

В этом контексте специалисты 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 CO<sub>2</sub> доменными печами подходов было предложено вводить горячий восстановительный газ, типичным образом сингаз (состоящий главным образом из CO и H<sub>2</sub>), 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), то есть выше заплечиков доменной печи, и предпочтительно в область восстановления газом твердой фазы оксида железа над областью спекания.

### Техническая проблема

Предметом настоящего изобретения является предложение жизнеспособной системы ввода восстановительного газа для подачи горячего восстановительного газа в шахту доменной печи, которая может быть реализована на существующих доменных печах. Другим предметом данного изобретения, предпочтительно, является разработка компактной и рентабельной системы для газонепроницаемого соединения трубопровода с точками ввода в шахту доменной печи, позволяющей относительно перемещение двух систем.

### Общее описание изобретения

Для преодоления вышеупомянутой проблемы настоящее изобретение предлагает, в первом аспекте, систему ввода восстановительного газа для доменной печи, включающей в себя стенку доменной печи, причем система ввода восстановительного газа включает в себя:

распределительную трубу восстановительного газа;

один или несколько инжекторов, смонтированных на (внешней стороне) стенке доменной печи на уровне шахты;

причем распределительная труба восстановительного газа (выполнена быть) присоединенной к стенке доменной печи или ее опорной конструкции;

причем один или несколько инжекторов включают 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 с впускным патрубком, причем корпус форсунки включает в себя внутренний газовый канал, выполненный для направления восстановительного газа от входного патрубка базового элемента к сопловому(ым) отверстию(ям);

причем корпус форсунки закреплен через отверстие в стенке доменной печи так, что передняя часть с сопловыми(и) отверстием(ями) расположена на внутренней стороне доменной печи, в то время как задняя часть с впускным патрубком расположена снаружи стенки доменной печи, предпочтительно это крепление является фланцевым креплением;

причем корпус форсунки включает в себя периферийную установочную часть, выполненную для соединения инжектора газонепроницаемым образом с отверстием в стенке доменной печи;

причем впускной патрубок находится в гидродинамической связи с распределительной трубой восстановительного газа посредством инжекторного рукава, причем инжекторный рукав включает в себя соединенную с распределительной трубой восстановительного газа питающую трубу, соединенную с питающей трубой колено трубы, и соединенную с коленом трубы инжекторную трубу, причем инжекторная труба прикреплена с помощью фланца газонепроницаемым образом к впускному патрубку инжектора, и инжекторная труба и/или выходной патрубок колена трубы включают в себя по меньшей мере одну систему компенсации, которая может включать в себя карданное соединение.

Ввод восстановительного газа в шахту доменной печи описывается во многих публикациях, но промышленное применение на коммерческой доменной печи все еще не реализовано.

Одной проблемой при реализации ввода в шахту по сравнению известным вводом горячего дутья на уровне фурм является характеристика восстановительного газа. В то время как газ на уровне фурмы является просто горячим воздухом, в случае ввода в шахту газ является восстановительным газом, типичным образом синтетическим газом (сингазом), содержащим большие количества легковоспламеняемых водорода и CO, причем последний даже является ядовитым для людей.

Таким образом, первостепенное значение имеет поддержание газонепроницаемого соединения

главной газораспределительной трубы с точкой ввода на доменной печи. Особо важно знание того, что из-за высоких температур восстановительного газа (примерно до 1100°C) и высоких температур, преобладающих внутри доменной печи на уровне шахты, стенка доменной печи, распределительная труба восстановительного газа, инжектор и инжекторный рукав подвергаются тепловым расширениям и деформациям, которые служат причиной существенных смещений и напряжений для всей системы ввода восстановительного газа. Поэтому для инжекторного рукава является необходимым компенсировать эти относительные перемещения без того, чтобы восстановительный газ выходил через места утечки.

В случае фурм передняя часть трубки для подвода воздуха прижимается с помощью системы натяжного винтового крепления с пружиной к фурме, встроенной в стенку доменной печи. Хотя это обеспечивает некоторую компенсацию бокового перемещения, но это решение недостаточно газонепроницаемо при использовании восстановительного газа, такого как сингаз. Поэтому, в отличие от присоединения к фурме с помощью фурменного рукава, инжекторная труба в настоящей системе ввода восстановительного газа присоединена газонепроницаемым образом к инжектору посредством фланцевого соединения. В то время как это решает проблему газонепроницаемости, она устраняет возможность колена и инжекторной трубе компенсировать вышеупомянутое относительное перемещение.

Карданные компенсирующие соединения известны в технике фурменных рукавов и описаны среди прочего в патентах США 3,662,696, 3,766,868, 4,023,832, 4,027,605, 4,987,838 и 5,462,433, которые включены здесь по ссылке. Другое преимущество карданного компенсирующего соединения описаны в DE 20 2012 011 622.3, который включен здесь по ссылке. Фурменные рукава упомянутых здесь патентов дают преимущество позволения компенсации разностных деформаций во время использования и неточностей при изготовлении между трубчатыми сегментами фурменного рукава, достигаемого за счет использование карданных компенсирующих соединений обычно в связи с гофрированными компенсаторами, имеющими очень малое число гофр.

Однако в обычных фурменных рукавах такие компенсирующие соединения карданного типа используются в спускающейся части фурменного рукава, то есть в части выше по потоку от колена трубы, а не ниже по потоку от него.

Изобретателями установлено, что потеря гибкости, обусловленная обычным присоединением посредством системы натяжного винтового крепления с пружиной в системах фурм, может быть, предпочтительно, сбалансирована посредством размещения компенсирующего соединения карданного типа ниже по потоку от изгиба колена трубы, например на выходе из колена трубы (вблизи места соединения колена трубы к инжекторной трубе) и/или в самой инжекторной трубе без какого-либо нарушения газонепроницаемости.

Для насколько возможной дополнительной компенсации другого относительного перемещения между распределительной трубой восстановительного газа и инжектором(ами) питающая труба, предпочтительно, также включает в себя по меньшей мере одно добавочное карданное компенсирующее соединение. В предпочтительных вариантах осуществления предусмотрены два карданных компенсирующих соединения, один вблизи входа питающей трубы и один вблизи выхода питающей трубы.

Легкость технического обслуживания и экономии времени в течение технического обслуживания очень важны, особенно если имеется большое число точек ввода и, таким образом, соединений. С этой целью на двух соответствующих фланцах инжекторной трубы, а также изгибах инжекторной трубы могут быть предусмотрены быстроразъемные соединения. В вариантах осуществления инжекторная труба установлена с помощью монтажного фланца газонепроницаемым образом с помощью болтов или крюков на впускном патрубке инжектора, причем использование крюков делает возможными более быструю сборку и разборку. Предпочтительно, газонепроницаемость дополнительно улучшена посредством использования металлического и/или мягкого уплотнения между первым монтажным фланцем на задней части корпуса форсунки и вторым монтажным фланцем на инжекторной трубе. Еще более предпочтительно, все фланцы инжекторного рукава оснащены металлическими и/или мягкими уплотнениями. Уплотнение может быть изготовлено из разных материалов и иметь разные формы, такие как плоское, типа кольца с круглым сечением или другие.

Кроме того, во время технического обслуживания это фланцевое крепление может быть также открыто для подсоединения сверла для разблокировки заблокированного инжектора на заднем фланце и которое, следовательно, в таких случаях будет сконструировано так, чтобы выдерживать связанные с этим силы.

Альтернативно, по меньшей мере, для более легких случаев засорения инжектора или просто для осмотра, колена трубы, предпочтительно, включает в себя центрированное относительно продольной оси инжектора окно, к которому присоединены с возможностью удаления, предпочтительно, крышка, смотровое стекло и/или фотокамера. Фотокамера и смотровое стекло могут быть использованы одновременно, 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.

В особо предпочтительных вариантах осуществления частичное или увеличивающее засорение ин-

жектора может быть обнаружено посредством встраивания в любом месте инжекторного рукава датчика потока или, предпочтительно, поверхностного потока или термопары, которые или выступают в газовый поток или встроены в огнеупорную футеровку. Действительно, в случае когда газовый поток сильно уменьшен или остановлен, показания температуры термопары будут уменьшаться, указывая на необходимость осмотра и технического обслуживания.

Передняя область инжектора, то есть включающая в себя сопловое(ые) отверстие(я), может быть установлена заподлицо с внутренней стороной стенки доменной печи, в ее углублении или выступать во внутреннюю сторону доменной печи. В случае если на внутренней стороне стенки доменной печи смонтированы охлаждающие плиты, передняя область инжектора может быть установлена заподлицо с внутренней стороной охлаждающей плиты, в ее углублении или выступать во внутреннюю сторону доменной печи.

В таких последних случаях передняя часть инжектора выполнена для монтажа через соответствующее отверстие в охлаждающей плите, присоединенной к внутренней стороне стенки доменной печи.

Следует отметить, что если передняя область инжектора выступает во внутреннюю сторону доменной печи, в выступающей части инжектора могут быть предусмотрены более чем одно сопловое отверстие, причем сопловые отверстия, предпочтительно, ориентированы различно, как например, прямо (вдоль продольной оси инжектора), вниз и/или к одной из обеих сторон перпендикулярно или под любым подходящим углом относительно продольной оси инжектора.

Для выступающих инжекторов может быть необходимым или желательным обеспечение выступающей крышки, расположенной над инжекторами и выполненной для защиты передней части корпуса форсунки, которая выступает внутрь доменной печи, от опускающегося шихтового материала.

Кроме того, передняя часть инжектора, предпочтительно, снабжена охлаждающей системой. Альтернативно отдельный охлаждающий выступ может быть установлен вокруг любой выступающей внутрь доменной печи части инжектора (полностью или частично), таким образом, этот охлаждающий выступ будет не только обеспечивать тепловую защиту, но также защиту от износа. Инжектор и/или отдельный охлаждающий выступ могут охлаждаться (находящейся под давлением) водой и обычно могут быть изготовлены из материалов, таких как медь, медный сплав, таких как сплавы медь/никель, литой чугун, литая сталь и т.п.

В то время как инжектор может быть изготовлен из множества частей, инжектор, содержащий корпус форсунки с периферийной стенкой, простирающейся вдоль продольной оси от передней части, по меньшей мере с одним сопловым отверстием, предпочтительно, изготовлен из одной заготовки. Таким образом, в вариантах осуществления инжектор будет одной деталью, выступающей или не выступающей в доменную печь.

Кроме того, инжектор(ы) может/могут быть ориентирован(ы) перпендикулярно (указывая на центр доменной печи) или по касательной к стенке доменной печи (то есть под любым углом меньше  $90^\circ$ , предпочтительно под углом более  $10^\circ$ , относительно стенки доменной печи в местоположении инжектора). Система ввода восстановительного газа может включать в себя от 15 до 60 инжекторов, предпочтительно от 20 до 40.

Также важно отметить, что распределительная труба не обязательно должна быть замкнутым периферийным коллектором, как обычно для традиционного кольцевого трубопровода. Однако эта область шахты обычно загромождена охлаждающими трубами для охлаждающей жидкости для охлаждающих пластин и/или опорными конструкциями. Поэтому, если в данном окружении нет достаточно места, распределительная труба восстановительного газа может быть разделена на несколько расположенных вокруг доменной печи частей (например, 4 квадранта), причем каждая часть питается посредством отдельных подающих восстановительный газ линий из источника восстановительного газа.

В других вариантах осуществления, где пространство на уровне фурм ограничено, распределительная труба восстановительного газа может быть смонтирована над кольцевым трубопроводом горячего дутья (или быть присоединенной к нему или, предпочтительно, к доменной печи или ее опорным конструкциям), но ниже уровня инжекторов. Следовательно, питающая труба инжекторного рукава присоединена к верхней стороне распределительной трубы восстановительного газа, и инжекторный рукав направлен вверх.

Принимая во внимание повышенные температуры восстановительного газа, внутренняя поверхность распределительной трубы восстановительного газа, инжекторный рукав и факультативно инжектор облицованы огнеупорным изолирующим материалом для защиты системы ввода восстановительного газа.

Во втором аспекте настоящее изобретение предлагает установку доменной печи для производства передельного чугуна, включающую в себя доменную печь и по меньшей мере одну описанную здесь систему ввода восстановительного газа, причем инжектор(ы) смонтирован(ы) на уровне шахты. Другим преимуществом настоящего изобретения является то, что распределительная труба восстановительного газа может быть смонтирована над уровнем инжекторов или под ними в зависимости, например, от наличия достаточного пространства. Даже возможно в случае, где распределительная труба восстановительного газа разделена на несколько частей, расположенных вокруг доменной печи, размещение неко-

торых частей распределительной трубы восстановительного газа над уровнем инжектора и других под уровнем инжектора.

Выражение "в гидродинамической связи" означает, что два устройства соединены каналами или трубами так, что текучая среда, например газ, может течь от одного устройства к другому. Эти выражение включает в себя средства для изменения этого потока, например клапаны или вентиляторы для регулирования массового расхода, компрессоры для регулирования давления и т.д., а также управляющие элементы, такие как датчики, исполнительные механизмы и т.д., необходимые или желательные для соответствующего управления работой доменной печи в целом или работой каждого из элементов в установке доменной печи.

Выражения "на уровне шахты" или "в шахту доменной печи" в данном контексте подразумевает ввод материала выше уровня горячего дутья (фурм), то есть выше заплечиков, предпочтительно, в область газотвердого восстановления оксида железа над областью когезии.

"Приблизительно" в настоящем контексте означает, что данное цифровое значение перекрывает диапазон значений от -10 до +10% цифрового значения, предпочтительно диапазон от -5 до +5% цифрового значения.

### **Краткое описание чертежей**

Предпочтительные варианты изобретения будут теперь описаны в качестве примера со ссылкой на соответствующие чертежи, на которых:

фиг. 1 является трехмерным схематическим видом, показывающим вариант осуществления системы ввода восстановительного газа в шахту доменной печи;

фиг. 2 является частичным видом в разрезе варианта осуществления инжекторного рукава, смонтированного между распределительной трубой восстановительного газа и инжектором;

фиг. 3 является подробным видом другого варианта осуществления части системы ввода восстановительного газа, показывающим более подробно другой вариант осуществления инжектора до колена трубы; и

фиг. 4 является подробным видом еще одного варианта осуществления части системы ввода восстановительного газа, показывающим более подробно альтернативный вариант осуществления инжектора до колена трубы согласно фиг. 3;

фиг. 5 является принципиальной схемой защитной крышки для инжектора в А) на виде сбоку и Б) на виде спереди.

Другие подробности и преимущества настоящего изобретения будут понятны из следующего подробного описания нескольких не ограничивающих вариантов осуществления со ссылкой на приложенные чертежи.

### **Описание предпочтительных вариантов осуществления**

Ввод горячего восстановительного газа в шахту доменной печи упоминается во многих публикациях, но промышленное применение на коммерческой доменной печи все еще не реализовано.

Одной проблемой при реализации ввода в шахту по сравнению известным вводом горячего дутья на уровне фурм является характеристика восстановительного газа. В то время как газ на уровне фурмы является просто горячим воздухом, в случае ввода в шахту газ является восстановительным газом, типичным образом синтетическим газом (сингазом), содержащим большие количества легковоспламеняемых водорода и СО, причем последний даже является ядовитым для людей.

Таким образом, первостепенное значение имеет поддержание газонепроницаемого соединения главной газораспределительной трубы с точкой ввода на доменной печи.

Выход инжектора может иметь разные конструкции от простых отверстий, подобных фурме отверстий, до инжекторов с более чем одной точкой ввода, предпочтительно, ориентированных в разных направлениях, имеющих, например, специфические сменные вставки, защитные кожухи над выходом, охлаждающий выступ и т.п.

В области фурм соединение между трубой горячего газа и особо между кольцевым трубопроводом и фурмами реализуется с помощью фурменных рукавов. Эти фурменные рукава выполняют главным образом две задачи:

быть газовым соединением между трубой горячего воздуха и встроенными в кожух доменной печи фурмами на уровне фурм;

обеспечивать возможность компенсировать относительное перемещение между встроенными в кожух доменной печи фурмами и соединенной с независимыми конструкциями установки доменной печи трубой горячего дутья. Относительное перемещение является относительно важным по причине факта разных температур систем.

Обычные фурменные рукава состоят из нескольких частей, причем главными частями являются спускающаяся часть фурменного рукава, колено трубы и дутьевая труба. Полусферическая передняя часть дутьевой трубы с помощью системы натяжного винтового крепления с пружиной прижимается к встроенной в стенку доменной печи фурме. Элементы фурменного рукава соединены с компенсирующим(и) соединением(ями) карданного типа в спускающаяся часть фурменного рукава, делая возможными перемещения в двух направлениях. Эти двухмерные перемещения достаточны для удерживания по-

лусферы дутьевой трубы на посадочном месте носовой части фурмы. Это подвижное соединение с металлическим посадочным местом является достаточным при направлении горячего воздуха к доменной печи.

Обычные фурмы сами являются также относительно сложными системами, состоящими из корпуса фурмы и носовой части фурмы. Последняя выступает в доменную печь, а более конкретно - в канал доменной печи. Эта область характеризуется очень высоким уровнем температуры, типичным образом от 2000 до 2500°C, и очень высокими скоростями газа. Также на этом уровне доменной печи могут находиться расплавленный шлак и частицы железа, так что очевидно, что носовая часть фурмы подвергается повреждению и должна регулярно заменяться.

Обычно в доменной печи используется большое число фурм в зависимости от производительности доменной печи, типичным образом от 10 до 40.

Изобретатели установили, что в настоящей системе ввода восстановительного газа сами инжекторы потенциально могут быть упрощены по сравнению с фурмой в области фурм, основываясь на следующих основаниях:

нет толстой огнеупорной футеровки, только область шахты печи с более низким уровнем температуры, позволяющим охлаждение с помощью охлаждающих плит и/или охлаждающих коробчатых холодильников и/или наружного охлаждения водяной пленкой;

типичный уровень температуры восстановительного газа между 900 и 1100°C;

более низкая скорость потока, следовательно, требуется уменьшенный диаметр труб;

более низкий уровень давления.

Одним предпочтительным эффектом этого является то, что благодаря меньшему диаметру инжектора имеется больше пространства между инжекторами, что облегчает его соединение с помощью фланцевых болтовых соединений, включая металлическое и/или мягкое уплотнение, с кожухом доменной печи. Другое преимущество меньшего диаметра инжектора заключается в том, что это позволяет сохранять отверстия в стенке доменной печи и охлаждающих плитах небольшими. В свою очередь, это обеспечивает более простую модернизацию этого решения на существующей доменной печи без замены охлаждающих плит.

Более конкретно, относительно использования фланцевого крепления инжекторного рукава к инжектору газонепроницаемость может быть дополнительно управляемой посредством приложения фиксированного крутящего момента при затяжке болтов фланца. Могут быть предприняты типичные меры для проверки газонепроницаемости, такие как мыльная вода.

Однако при использовании фланцевого крепления инжектора к распределительной трубе восстановительного газа инжекторный рукав должен позволить компенсацию для всех относительных перемещений инжекторного рукава и распределительной трубы восстановительного газа относительно инжектора. Поэтому настоящее изобретение предлагает комбинацию фланцевого соединения и компенсирующего соединения карданного типа между инжектором и выходным патрубком колена трубы.

Если вернуться к чертежам, то на фиг. 1 показан схематический частичный трехмерный вид в разрезе варианта осуществления системы 10 ввода восстановительного газа согласно изобретению для ввода восстановительного газа, такого как сингаз, в шахту доменной печи, причем система смонтирована на уровне шахты доменной печи на стенке 30 доменной печи или ее опорной конструкции (не показана). Распределительная труба 20 восстановительного газа системы ввода восстановительного газа, здесь покрывающая всю окружность доменной печи на уровне шахты, питается посредством линии 22 обеспечения восстановительным газом и соединена с несколькими инжекторами 40 с одним сопловым отверстием 41 на инжектор, выступающим слегка внутрь доменной печи 31 через соответствующее отверстие в охлаждающей плите(ах) 60.

Распределительная труба 20 восстановительного газа соединена газонепроницаемым образом с инжектором 40 через инжекторный рукав, включающий в себя питающую трубу 51, соединенную с коленом 52 трубы, и колено 52 трубы, соединенное с инжекторной трубой 53, в свою очередь соединенной посредством фланца 535 с соответствующим фланцем 44 инжектора 40. В этом варианте осуществления в инжекторной трубе 53 предусмотрено карданное компенсирующее соединение 531.

Следует отметить, что на фиг. 1-4 питающая труба 51 смонтирована на нижней стороне распределительной трубы восстановительного газа и направлена вниз, то есть уровень инжектора находится ниже уровня распределительной трубы восстановительного газа. Однако также явно предусмотрены "перевернутые" варианты осуществления системы ввода восстановительного газа, причем уровень инжектора находится выше уровня распределительной трубы восстановительного газа, то есть питающая труба соединена с верхней стороной распределительной трубы восстановительного газа и направлена вверх.

На фиг. 2 более подробно показан другой вариант осуществления настоящей системы ввода восстановительного газа, имеющей распределительную трубу 20 восстановительного газа с огнеупорной облицовкой 21, соединенной с инжекторным рукавом, его питающей трубой 51, ее коленом трубы и инжекторной трубой, присоединенной к входному патрубку 43 инжектора 40. Карданное компенсирующее соединение в этом варианте осуществления также предусмотрено в инжекторной трубе 53. Следует отметить, что элементы инжекторного рукава также, предпочтительно, снабжены огнеупорной облицовкой,

но для простоты на чертежах пропущены.

Предпочтительно, питающая труба предусмотрена с двумя карданными компенсирующими соединениями 511, 512 для дальнейшей компенсации перемещений распределительной трубы восстановительного газа относительно колена 52 трубы. Предпочтительно, все части инжекторного рукава смонтированы друг с другом с помощью соответствующих фланцев, оснащенных при желании соответствующими уплотнениями (не показаны).

Инжектор 40 присоединен газонепроницаемым образом к отверстию в стенке 30 доменной печи. В случае наличия охлаждающих плит (60) эти охлаждающие плиты 60 оснащены соответствующими отверстиями. Предпочтительно, инжектор 40 или его корпус 42 форсунки включают в себя систему 45 охлаждения, такую как соединенные с системой циркуляции охлаждающей жидкости охлаждающие каналы, особенно если окружающие сопловое(ые) отверстие(я) 41 части выступают из внутренней стороны доменной печи (31).

В задней части колена трубы предусмотрен люк 521 для технического обслуживания и осмотра, причём его продольная центральная ось соответствует центральной продольной оси инжектора 40.

Фиг. 3 является подробным видом другого варианта осуществления, показывающим только части системы ввода восстановительного газа ниже по потоку от питающей трубы (не показана). Одинаковые или эквивалентные признаки имеют одинаковые цифровые обозначения, как упомянуто выше или в приведенном ниже перечне ссылочных обозначений.

Как показано более подробно на этом чертеже, инжектор присоединен газонепроницаемым образом с помощью монтажного фланца 40 к стенке 30 доменной печи.

Люк 521 для технического обслуживания и осмотра предусмотрен со съёмной крышкой 524, имеющей в ее центре отверстие, совмещенное с центральной продольной осью инжектора 40. К отверстию присоединен запорный вентиль 525 с объединенной системой осмотра со смотровым стеклом 523 и с фотокамерой 522.

В данном варианте осуществления карданное компенсирующее соединение 531 предусмотрено в трубе 53 инжектора.

Фиг. 4 подобна фиг. 3 за исключением того, что карданное компенсирующее соединение 531 предусмотрено в выходной части колена 52 трубы.

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. 5 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 40, а две ветви 100.2 простираются по обоим боковым сторонам инжектора 40, факультативно даже ниже инжектора. Кожух 100 может быть охлаждаемым жидкостью, непосредственно или косвенно. Каналы для охлаждающей жидкости могут быть расположены, например, на нижних сторонах кожуха.

#### **Ссылочные обозначения**

- 10: система ввода восстановительного газа;
- 20: распределительная труба восстановительного газа;
- 21: огнеупорная облицовка;
- 22: линия обеспечения восстановительным газом;
- 30: стенка доменной печи;
- 31: внутренняя сторона доменной печи;
- 40: инжектор(ы);
- 41: сопловое(ые) отверстие(я);
- 42: корпус форсунки;
- 43: впускной патрубок;
- 44: первый крепежный фланец (на задней части корпуса форсунки);
- 45: система охлаждения;
- 46: крепежный фланец (для прикрепления инжектора к кожуху доменной печи);
- 51: питающая труба;
- 511, 512: другие карданные компенсирующие соединения;
- 52: колено трубы;
- 521: люк для технического обслуживания и осмотра;
- 522: фотокамера;
- 523: смотровое стекло;
- 524: крышка;
- 525: клапан;

53: труба инжектора;  
 531: карданное компенсирующее соединение;  
 535: другой крепежный фланец (на трубе инжектора);  
 60: охлаждающая плита;  
 51+52+53: инжекторный рукав;  
 100: крышка;  
 100.1: вершина;  
 100.2: две ветви.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система (10) ввода восстановительного газа для доменной печи, включающая в себя стенку (30) доменной печи, причем система ввода восстановительного газа включает в себя

распределительную трубу (20) восстановительного газа,

один или несколько инжекторов (40), смонтированных на стенке доменной печи на уровне шахты,

причем распределительная труба (20) восстановительного газа присоединена к стенке (30) доменной печи или ее опорной конструкции,

причем инжектор(ы) (40) включают в себя корпус (42) форсунки с периферийной стенкой, простирающейся вдоль продольной оси от передней части по меньшей мере с одним сопловым отверстием (41) до противоположной задней части с впускным патрубком (43), причем корпус форсунки включает в себя внутренний газовый канал для направления восстановительного газа от входного патрубка (43) к сопловому(ым) отверстию(ям) (41),

причем корпус (42) форсунки закреплен через отверстие в стенке (30) доменной печи так, что передняя часть с сопловыми(и) отверстием(ями) (41) расположена на внутренней стороне (31) доменной печи, в то время как задняя часть с впускным патрубком (43) расположена снаружи стенки доменной печи,

причем корпус (42) форсунки включает в себя периферийную установочную часть, выполненную для соединения инжектора газонепроницаемым образом с отверстием в стенке доменной печи,

причем впускной патрубок (43) находится в гидродинамической связи с распределительной трубой (20) восстановительного газа посредством инжекторного рукава, причем инжекторный рукав включает в себя соединенную с распределительной трубой (20) восстановительного газа питающую трубу (51), соединенное с питающей трубой (51) колено (52) трубы, и соединенную с коленом (52) трубы инжекторную трубу (53), причем инжекторная труба (53) прикреплена с помощью фланца газонепроницаемым образом к впускному патрубку (43) инжектора (40), и инжекторная труба (53) и/или выходной патрубок колена трубы включают в себя по меньшей мере одно карданное компенсирующее соединение (531).

2. Система (10) ввода восстановительного газа по п.1, причем по меньшей мере одно карданное компенсирующее соединение (531) инжекторной трубы (53) соединено с коленом (52) трубы.

3. Система (10) ввода восстановительного газа по п.1 или 2, причем передняя область соплового(ых) отверстия(й) выступает из внутренней стороны (31) доменной печи.

4. Система (10) ввода восстановительного газа по одному из пп.1-3, причем питающая труба (51) включает в себя одно или более карданных компенсирующих соединений (511, 512).

5. Система (10) ввода восстановительного газа по одному из пп.1-4, причем инжектор (40) прикреплен с помощью фланца (46) газонепроницаемым образом посредством болтов или крючков к отверстию стенки (30) доменной печи.

6. Система (10) ввода восстановительного газа по одному из пп.1-5, причем инжекторная труба (53) прикреплена с помощью фланцев газонепроницаемым образом посредством болтов или крючков к впускному патрубку (43) инжектора (40), предпочтительно с металлическим и/или мягким уплотнением для обеспечения газонепроницаемости между первым крепежным фланцем (44) на задней части корпуса форсунки и вторым крепежным фланцем (535) на трубе (53) инжектора.

7. Система (10) ввода восстановительного газа по одному из пп.1-6, причем инжектор(ы) (40), включающий(ие) в себя корпус (42) форсунки с периферийной стенкой, простирающейся вдоль продольной оси от передней части, по меньшей мере с одним сопловым отверстием (41), изготовлен из одной заготовки.

8. Система (10) ввода восстановительного газа по одному из пп.1-7, причем колено трубы (52) включает в себя люк (521) для технического обслуживания и осмотра, выровненный по центру с продольной осью инжектора (40), к которому, предпочтительно, с возможностью удаления присоединены крышка (524), смотровое стекло (523) и/или фотокамера (522), более предпочтительно тепловая фотокамера или фотокамера с источником света.

9. Система (10) ввода восстановительного газа по одному из пп.1-8, причем датчик потока газа или, предпочтительно, термopара смонтированы в инжекторном рукаве или выступающими в газовый поток или встроенными в огнеупорную футеровку инжекторного рукава.

10. Система (10) ввода восстановительного газа по одному из пп.1-9, причем передняя часть инжек-

тора выполнена для монтажа через отверстие в охлаждающей плите (60), присоединенной к внутренней стороне стенки (30) доменной печи.

11. Система (10) ввода восстановительного газа по п.10, причем передняя часть инжектора снабжена охлаждающей системой (45), предпочтительно находящейся в гидродинамической охлаждающей связи с системой охлаждения охлаждающей плиты (60).

12. Система (10) ввода восстановительного газа по одному из пп.1-11, причем внутренняя поверхность распределительной трубы (20) восстановительного газа, инжектор(ы) (40) и инжекторный рукав (51+52+53) облицованы слоем огнеупорного изолирующего материала.

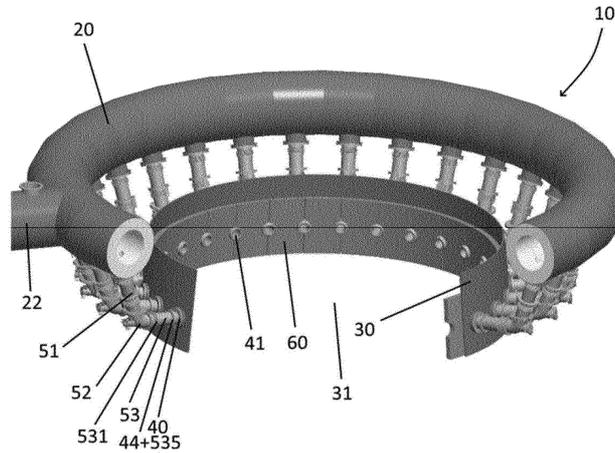
13. Система (10) ввода восстановительного газа по одному из пп.1-12, включающая в себя от 20 до 60 инжекторов (40).

14. Система (10) ввода восстановительного газа по одному из пп.1-13, причем инжектор(ы) (40) ориентирован(ы) перпендикулярно или тангенциально к стенке (30) доменной печи.

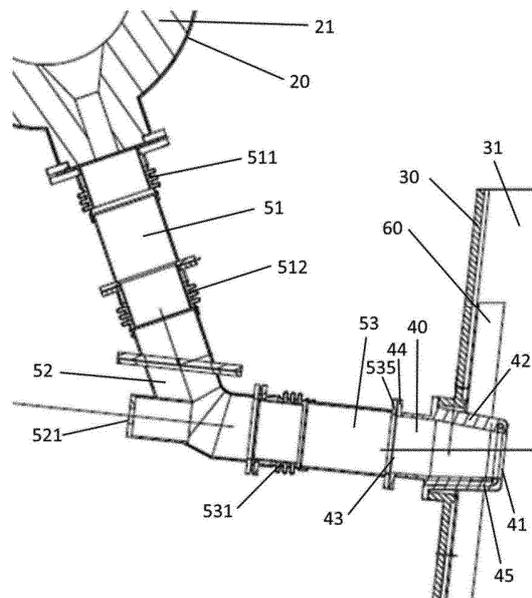
15. Система (10) ввода восстановительного газа по одному из пп.1-14, причем распределительная труба (20) восстановительного газа разделена на несколько частей, расположенных вокруг печи, причем каждая часть питается посредством отдельных питающих линий восстановительного газа.

16. Система (10) ввода восстановительного газа по одному из пп.1-15, причем над инжектором(ами) расположена выступающая крышка (100), выполненная для защиты передней части корпуса форсунки, которая выступает внутрь доменной печи, от опускающегося шихтового материала.

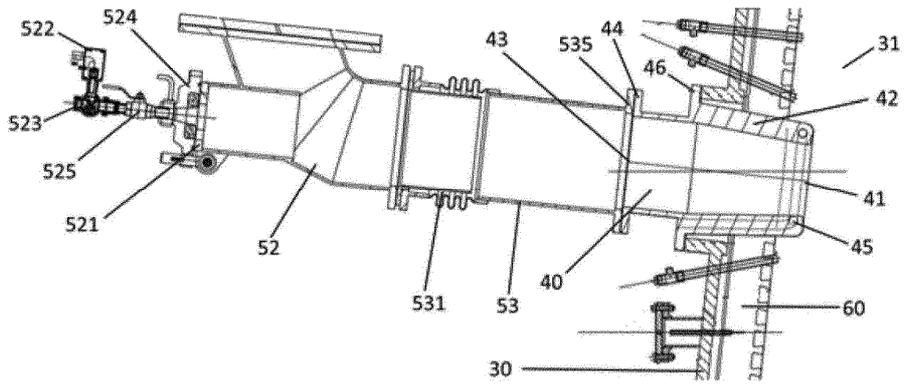
17. Установка доменной печи для производства передельного чугуна, включающая в себя доменную печь и по меньшей мере одну систему (10) ввода восстановительного газа по одному из предшествующих пунктов, причем инжектор(ы) смонтирован(ы) на уровне шахты.



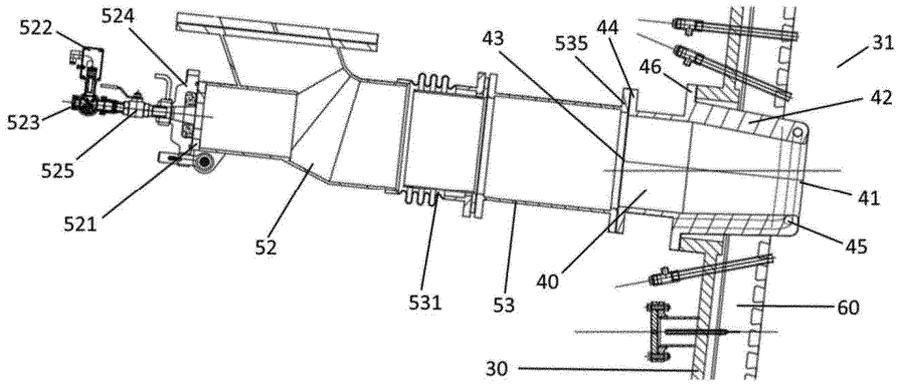
Фиг. 1



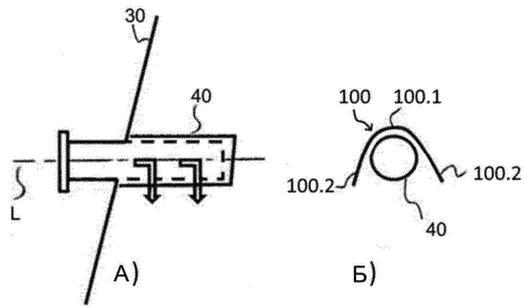
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5