

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 11787

(13) С1

(46) 2009.04.30

(51) МПК (2006)

H 05B 7/00

(54)

ДУГОВАЯ СТАЛЕПЛАВИЛЬНАЯ ПЕЧЬ

(21) Номер заявки: а 20051192

(22) 2005.12.02

(43) 2007.08.30

(71) Заявители: Республиканское унитарное предприятие "Белорусский металлургический завод"; Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Тимошпольский Владимир Исаакович; Маточкин Виктор Аркадьевич; Пишкин Вадим Серафимович; Ковалев Александр Викторович; Трусова Ирина Александровна; Кабишов Сергей Михайлович; Грибок Дмитрий Константинович; Хлебцевич Всеволод Алексеевич (ВУ)

(73) Патентообладатели: Республиканское унитарное предприятие "Белорусский металлургический завод"; Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(56) ТИМОШПОЛЬСКИЙ В.И. Теплотехнология металлургических мини-заводов. - Мн.: Навука і тэхніка, 1992. - С. 16-17.

RU 2007896 С1, 1994.

RU 2230440 С2, 2004.

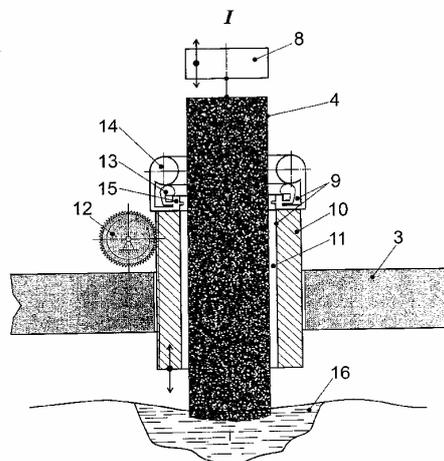
RU 2045823 С1, 1995.

US 4079185, 1978.

(57)

1. Дуговая сталеплавильная печь, содержащая корпус, подину, свод, систему электродов с приводом их осевого перемещения, отличающаяся тем, что содержит средство для охлаждения электродов хладагентом, содержащее для каждого электрода оболочку из материала, не смачиваемого шлаком, и смонтированную коаксиально электроду с возможностью заполнения газообразным хладагентом зоны вдоль цилиндрической поверхности электрода и движения хладагента до зеркала расплава.

2. Печь по п. 1, отличающаяся тем, что в качестве хладагента применена газообразная двуокись углерода.



Фиг. 2

3. Печь по п. 2, **отличающаяся** тем, что в газообразную двуокись углерода введен тонкодисперсный угольный порошок.

4. Печь по п. 1, **отличающаяся** тем, что оболочка снабжена приводом ее осевого перемещения относительно электрода.

5. Печь по п. 4, **отличающаяся** тем, что привод осевого перемещения оболочки кинематически связан с приводом осевого перемещения электродов.

Изобретение относится к металлургии, преимущественно к сталеплавильным печам для производства сталей и сплавов.

Известна конструкция дуговой сталеплавильной печи, содержащая систему охлаждения электрода, включающую водоохлаждаемую металлическую трубу, к торцу которой посредством ниппельного соединения прикреплена рабочая секция графитированных электродов, для создания электрической дуги в печи [1].

Известная конструкция позволяет снизить до 25 % окисление и механическую поломку графитированных рабочих электродов.

Однако известная конструкция характеризуется низкой эксплуатационной стойкостью водоохлаждаемого электрода и повышенным расходом графитированных электродов.

Ближайшим техническим решением, принятым за прототип является конструкция электродуговой сталеплавильной печи - ДСП, содержащая корпус, подину, свод, систему электродов с приводом их осевого перемещения [2].

Достоинство известной ДСП заключается в том, что в сводовом пространстве печи вихревое аэрируемое пароводяное облако выполняет функцию "мягкого охладителя" графитированных электродов, исключая образование в материале электродов термодинамических ударов.

Недостаток прототипа проявляется в том, что при эксплуатационной длине электрода 6...8 м система охлаждения обслуживает корневой участок электрода длиной до одного метра, что в целом характеризуется недостаточно высоким коэффициентом теплоотвода от графитированного электрода, характеризующим соотношением количества подводимой к поверхности тела теплоты и отводимого от нее к внутренним слоям тепла в результате теплопроводности. В этой связи прототип также характеризуется низкой эксплуатационной стойкостью водоохлаждаемого электрода и повышенным расходом графитированных электродов, что снижает качество плавки.

В основу изобретения поставлена задача повышения качества плавки стали в ДСП путем увеличения работоспособности электродов при эксплуатации печи и повышения эксплуатационной стойкости сводов печи.

Поставленная задача достигается тем, что конструкция дуговой сталеплавильной печи, содержащая корпус, подину, свод, систему электродов с приводом их осевого перемещения, согласно изобретению, она содержит средство для охлаждения электродов хладагентом, содержащее для каждого электрода оболочку из материала, не смачиваемого шлаком, и смонтированную коаксиально электроду с возможностью заполнения газообразным хладагентом зоны вдоль цилиндрической поверхности электрода и движения хладагента до зеркала расплава.

В дуговой сталеплавильной печи в качестве хладагента применена газообразная двуокись углерода.

В дуговой сталеплавильной печи в газообразную двуокись углерода введен тонкодисперсный угольный порошок.

В дуговой сталеплавильной печи оболочка снабжена приводом ее осевого перемещения относительно электрода.

В дуговой сталеплавильной печи привод осевого перемещения оболочки кинематически связан с приводом осевого перемещения электродов.

ВУ 11787 С1 2009.04.30

Технический результат проявляется в улучшении охлаждения электродов за счет интенсификации конвективного теплообмена системы "электрод-хладоагент".

Для лучшего восприятия изобретения оно поясняется чертежом, где

фиг. 1 - общая схема дуговой сталеплавильной печи;

фиг. 2 - схема конструкции средства для охлаждения электродов.

Конструкция дуговой сталеплавильной печи - ДСП - содержит подину 1, корпус 2, свод 3, систему электродов 4, средство для продувки инертным газом ванны с расплавом металла, выполненное в виде системы эквидистантно расположенных друг относительно друга подовых фурм 5, при этом печь снабжена эркерной фурмой 6 - горелкой и фурмой 7 - манипулятором.

Дуговая сталеплавильная печь снабжена средством вдувания газов в расплав ванны металла, размещенным в подине 1 в виде трех подовых фурм 5, вертикальные оси которых расположены по нормали к горизонтальной плоскости. На горизонтальной проекции подины 1 оси фурм 5 отображаются в точки, лежащие на радиусах подины 1, угол между радиусами равен $120 \pm 20^\circ$ друг относительно друга, так чтобы сумма углов была бы равна 360° , на чертеже условно не показано.

Система электродов 4 ДСП имеет привод 8 осевого их перемещения, средство 9 для охлаждения электродов 4, снабженное оболочкой 10 из материала, не смачиваемого шлаком, смонтированной коаксиально каждого электрода 4. Оболочка 10 может быть изготовлена из материала электродов 4, или из керамики, или из других известных термостойких материалов. В рабочем состоянии дуговой сталеплавильной печи оболочка 10 наполнена газообразным хладоагентом 11. Оболочка 10 снабжена приводом 12 ее осевого перемещения относительно электродов 4.

Привод 12 осевого перемещения оболочки 10 может быть выполнен автономным или кинематически связан с приводом 8 осевого перемещения электродов 4 для синхронизации работы режимов "электрод-оболочка".

В качестве хладоагента 11 может быть применена газообразная двуокись углерода, при этом в газообразную двуокись углерода может быть введен тонкодисперсный угольный порошок или материал из класса материалов электрода 4.

Процесс работы ДСП осуществляют посредством привода 8 путем введения в рабочее пространство ДСП системы электродов 4. После наведения в печи жидкой ванны металла оболочку 10 посредством привода 12 перемещают относительно электродов 4 в направлении зеркала расплава. Одновременно оболочку 10 посредством средства 9 наполняют в зависимости от технологии плавки газообразным хладоагентом 11.

Заполнение оболочки 10 хладоагентом 11 осуществляют от централизованной или автономной сети системы охлаждения. В расположенные концентрично электродам 4 и кинематически связанные с оболочкой 10 парные торообразные камеры 13, 14 подают хладоагент 11. Торообразные камеры 13, 14 могут быть использованы автономно порознь для заполнения хладоагентом 11 оболочки 10, или торообразные камеры 13, 14 в совокупности со смесителем 15 используют для введения в газообразную двуокись углерода, например тонкодисперсного угольного порошка, для последующего заполнения полученным хладоагентом 11 оболочки 10.

Пример. Проблема локального перегрева графитированных электродов 4 при плавке стали в мощных дуговых сталеплавильных печах - ДСП - постоянно находится в центре внимания производителей стали.

Процесс работы ДСП осуществляют путем введения в рабочее пространство печи системы электродов 4.

После наведения в ДСП жидкой ванны металла 16 оболочку 10 посредством привода 12 перемещают относительно электродов 4 в направлении зеркала расплава металла. Одновременно оболочку 10 посредством средства 9 наполняют в зависимости от технологии плавки газообразным хладоагентом 11.

ВУ 11787 С1 2009.04.30

Для синхронизации работы режимов "электрод-оболочка" привод 12 осевого перемещения оболочки 10 может быть кинематически связан с приводом 8 осевого перемещения электродов 4, на чертеже условно не показано.

Такая кинематика позволяет в автоматическом режиме осуществлять охлаждение электродов 4 с последующим введением в ванну с расплавом металла 16 вещества хладагента 11 для вспенивания шлака.

В процессе работы ДСП из централизованной сети системы охлаждения в парные то-рообразные камеры 13, 14 и смеситель 15 подают хладагент 11 и оболочку 10 по описанной выше технологии заполняют хладагентом 11, которым охлаждают зону электродного пространства.

Таким образом, создаваемый в сводовом пространстве печи аэрируемый хладагент 11 на основе только газообразной двуокиси углерода или на основе несущей газообразной двуокиси углерода, в которую введен тонкодисперсный, например угольный, порошок так же, как и прототип, выполняет функцию "мягкого" охладителя графитированных электродов 4, исключая образование в материале электродов термодинамических ударов; образует газодинамический затвор, предотвращающий выбивание газов от ванны с расплавом металла в зазор между электродом 4 и сводовым отверстием.

По сравнению с прототипом, как показали промышленно-лабораторные испытания, новая технология и конструктив ДСП позволяют улучшить охлаждение электродов за счет интенсификации конвективного теплообмена системы "электрод-хладагент", т.к. реализуется принудительное движение хладагента не только в корневой зоне электрода, а вдоль всей цилиндрической поверхности электрода.

За счет повышения степени черноты хладагента, по сравнению с парогазовым хладагентом по прототипу, новая конструкция ДСП способствует с очевидностью повышению и лучистого теплообмена системы "электрод-хладагент" за счет увеличения степени черноты хладагента путем применения в качестве хладагента несущей газообразной двуокиси углерода, в которую введен тонкодисперсный угольный порошок в связи со следующим математическим законом:

$$q = \epsilon_{\text{пр}} \times C_0 \times [(T_{\text{эл}}/100)^4 - (T_{\text{хл}}/100)^4],$$

где q - теплота, отведенная от поверхности электрода, Дж/м²;

$\epsilon_{\text{пр}}$ - приведенная степень черноты хладагента;

C_0 - постоянная Больцмана, Вт/м²·К;

$T_{\text{эл}}$ - температура поверхности электрода, К;

$T_{\text{хл}}$ - температура хладагента, К.

По сравнению с пароводяным хладагентом по прототипу, имеющим степень черноты 0,005, в новом конструктиве хладагент на основе двуокиси углерода имеет степень черноты 0,06, например, при давлении до двух атмосфер, температуре 200 °С, внутреннем диаметре оболочки 620 мм и наружном диаметре электрода 610 мм.

Новый хладагент на основе несущей газообразной двуокиси углерода, в которую введен тонкодисперсный угольный порошок, имеет степень черноты 0,3...0,5, в зависимости от концентрации, температуры и давления, это позволяет создать технологически выгодный градиент степени черноты хладагента, составляющей до 35-55 % от степени черноты материала электрода, который имеет степень черноты практически до 95 %.

Известная конструкция ДСП с использованием паровоздушного хладагента исключает его вдувание в ванну расплава металла, так как приводит к взрывному эффекту и катастрофическому выводу ДСП из строя.

Кроме того, заявленный конструктив обеспечивает дополнительное вдувание в ванну расплава металла хладагента на основе несущей газообразной двуокиси углерода, в которую введен тонкодисперсный угольный порошок, что существенно ускоряет образование вспененного шлака, который активно обеспечивает защиту ограждающих конструкций свода от излучения дуги и позволяет вести работу печи на более длинных дугах.

ВУ 11787 С1 2009.04.30

При высоких температурах ванны расплава металла в ДСП углерод хладоагента на основе несущей газообразной двуокиси углерода, в которую введен тонкодисперсный угольный порошок, активно восстанавливает железо из оксида:



что уменьшает угар железа и повышает выход годного, например, в стотонной ДСП до 3-4 т на одной плавке.

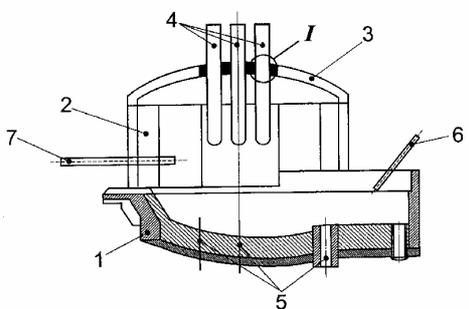
По сравнению с прототипом изобретение реализует поставленную задачу путем повышения эксплуатационной стойкости охлаждаемого электрода и снижения расхода графитированных электродов при эксплуатации печи.

Разработанная новая конструкция орошения электродов ДСП снижает расход электроэнергии и электродов, раскислителей и легирующих и увеличивает производительность печной установки.

Промышленное освоение ожидается на РУП БМЗ путем оборудования электродуговой сталеплавильной печи новой конструкцией системы охлаждения электрода.

Источники информации:

1. Лякишев Н.П. Энциклопедический словарь по металлургии. - М.: Интермет Инжиниринг. Т. 2. - С. 371.
2. Тимошпольский В.И. Теплотехнология металлургических мини-заводов. - Мн.: Наука і тэхніка, 1992. - С. 16-17.



Фиг. 1