

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 11207

(13) С1

(46) 2008.10.30

(51) МПК (2006)

С 21С 5/00

Н 05В 7/00

(54)

СПОСОБ ВЫПЛАВКИ СТАЛИ В ДУГОВОЙ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЙ ПЕЧИ

(21) Номер заявки: а 20051191

(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; Дьяченко Вячеслав Иванович; Ковалев Александр Викторович; Трусова Ирина Александровна; Кабишов Сергей Михайлович; Мандель Николай Львович; Хлебцевич Всеволод Алексеевич (ВУ)

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

(56) RU 2025499 C1, 1994.

МАТОЧКИН В.А. и др. Металлургия. Республиканский межведомственный сборник научных трудов, 2005. Вып. 29. - С. 49-52.

RU 94026565 A1, 1996.

RU 2007896 C1, 1994.

RU 2159993 C2, 2000.

SU 608273, 1978.

ВУ 1500 U, 2004.

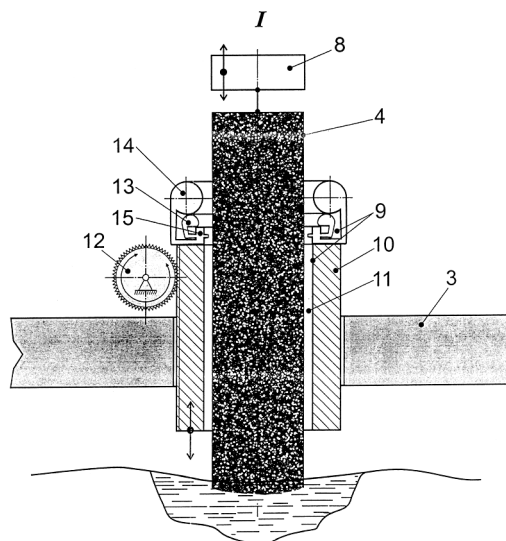
US 4852120, 1989.

US 4853942, 1989.

EP 0115812 A2, 1984.

(57)

Способ выплавки стали в дуговой сталеплавильной печи, включающий вдувание газа в расплав металла через подину, отличающийся тем, что дополнительно осуществляют принудительное охлаждение электродов печи путем прокачки газообразного охлаждающего



Фиг. 2

ВУ 11207 С1 2008.10.30

агента между наружной поверхностью электродов и дополнительной оболочкой, смонтированной концентрично относительно каждого электрода, до зеркала расплава, при этом в качестве охлаждающего агента используют газообразную двуокись углерода или газообразную двуокись углерода с введенным в нее тонкодисперсным угольным порошком, причем степень черноты охлаждающего агента составляет 35-85 % от степени черноты материала электрода.

Изобретение относится к металлургии, преимущественно к технологии выплавки стали в электродуговой сталеплавильной печи для производства средне- и высокоуглеродистых сталей, преимущественно кордовых марок сталей.

В качестве прототипа принят способ выплавки стали в дуговой сталеплавильной печи, включающий вдувание газа в расплав металла через подину.

Недостаток прототипа заключается в том, что данный способ не обеспечивает достаточную производительность дуговой сталеплавильной печи (ДСП), эксплуатационную стойкость электродов, снижение расхода раскислителей и легирующих.

Задача, решаемая изобретением, состоит в повышении качества плавки стали в ДСП за счет увеличения работоспособности электродов при эксплуатации печи и повышении производительности печи.

Технический результат, полученный при использовании изобретения, заключается в повышении эксплуатационной стойкости электродов и увеличении их срока службы.

Решение поставленной задачи обеспечивается тем, что способ выплавки стали в дуговой сталеплавильной печи включает вдувание газа в расплав металла через подину. Согласно изобретению, дополнительно осуществляют принудительное охлаждение электродов печи путем прокачки газообразного охлаждающего агента между наружной поверхностью электродов и дополнительной оболочкой, смонтированной концентрично относительно каждого электрода, до зеркала расплава, при этом в качестве охлаждающего агента используют газообразную двуокись углерода или газообразную двуокись углерода с введенным в нее тонкодисперсным угольным порошком. Причем степень черноты охлаждающего агента составляет 35-85 % от степени черноты материала электрода.

Охлаждение поверхности электродов осуществляют путем прокачки хладоагента между наружной поверхностью электродов и оболочкой из материала, не смачиваемого шлаком, смонтированной коаксиально каждого электрода из материала, не смачиваемого шлаком.

Изобретение поясняется чертежами, где на фиг. 1 показана общая схема дуговой сталеплавильной печи; на фиг. 2 показана схема конструкции средства для охлаждения электродов.

Способ выплавки стали поясняют на примере работы конструкции электродуговой сталеплавильной печи ДСП, которая содержит подину 1, корпус 2, свод 3, систему электродов 4, средство вдувания газов выполнено в виде системы подовых фурм 5, при этом ДСП снабжена эркерной фурмой 6 - горелкой и фурмой 7 - манипулятором.

Дуговая сталеплавильная печь снабжена средством вдувания через подину 1 в расплав ванны металла газов: аргона или азота, в зависимости от технологических условий выплавки марки стали. Средство вдувания размещено в подине 1 в форме трех подовых фурм 5, проекции вертикальных осей которых на горизонтальную плоскость расположены на радиусах подины, между которыми образован угол $120 \pm 20^\circ$ друг относительно друга, что на чертеже условно не показано.

Система электродов 4 ДСП имеет привод 8 осевого их перемещения, средство 9 для охлаждения электродов 4, которое снабжено дополнительными жесткими оболочками 10 из материала, не смачиваемого шлаком, и смонтированными концентрично каждого электрода 4. В качестве хладоагента 11 применяют газообразный хладоагент 11 со степенью

ВУ 11207 С1 2008.10.30

черноты, составляющей 35-85 % от степени черноты материала электрода 4, причем хладагент 11 формируют оболочкой вокруг каждого электрода 4, коаксиально контактирующей с поверхностью каждого из электродов 4.

В рабочем состоянии ДСП оболочку хладагента 11 формируют путем заполнения пространства между электродом 4 и дополнительной жесткой оболочкой 10 газообразным хладагентом 11. Оболочка 10 снабжена приводом 12 ее осевого перемещения относительно электродов 4.

Привод 12 осевого перемещения оболочки 10 может быть выполнен автономным или кинематически связанным с приводом 8 осевого перемещения электродов 4 для синхронизации работы режимов «электрод-оболочка», что на чертеже условно не показано.

В качестве хладагента 11 применена газообразная двуокись углерода.

В газообразную двуокись углерода может быть введен тонкодисперсный, например, угольный порошок или порошок из материала электрода.

Заполнение жесткой оболочки 10 и формирование коаксиально электродов 4 оболочки хладагента 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 хладагент 11. Торообразные камеры 13 могут быть использованы автономно порознь для заполнения хладагентом 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 хладагентом 11 оболочки 10.

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

После наведения в печи жидкой ванны расплава металла 16 оболочку 10 посредством привода 12 перемещают относительно электродов 4 в направлении зеркала расплава. Одновременно оболочку посредством средства 9 наполняют в зависимости от технологии плавки газообразным хладагентом 11, который прокачивают вдоль поверхности электродов 4 до жидкой ванны расплава металла 16.

В процессе работы ДСП через три подовые фурмы 5 так же осуществляют вдувание газа в ванну с расплавом металла, например инертного газа аргона или азота в зависимости от марки стали.

Технология вдувания газов способствует интенсивному перемешиванию металла со шлаком, мелкие пузыри оказывают фильтрующее воздействие на металл. Слои жидкого металла, насыщенные инертным газом, вследствие снижения плотности получают вертикальное перемещение, вызывая противоположное перемещение соседних слоев стали, в результате выравниваются температура и химический состав в объеме ванны расплава металла 16. Перепад температуры металла снижают при этом до 10...15 °С.

Таким образом, для получения чистой по неметаллическим включениям стали с низким содержанием газов, быстрой и эффективной гомогенизации и ускорения массообменных процессов используют вдувание через подину инертными газами ванны расплава металла в печи.

Наряду с улучшением качества стали донная продувка в ванне ДСП снижает расход раскислителей и легирующих, увеличивает производительность печной установки.

Пример.

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

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

ВУ 11207 С1 2008.10.30

Таким образом, создаваемый в пространстве печи аэрируемый хладогент 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-хладогент», т.к. реализуют принудительное движение хладогента не только в корневой зоне электрода, а вдоль всей цилиндрической поверхности электрода.

Новая технология повышения степени черноты хладогента, по сравнению с парогазовым хладогентом по прототипу, способствует с очевидностью повышению и лучистого теплообмена системы «электрод-хладогент» за счет увеличения степени черноты хладогента путем применения в качестве хладогента 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 хладогента;

C_0 - постоянная Больдмана, Вт/м²·К;

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

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

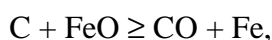
По сравнению с пароводяным хладогентом по прототипу, имеющим степень черноты 0,005, в новом конструктиве хладогент на основе двуокиси углерода имеет степень черноты 0,06, например, при давлении до двух атмосфер, температуре 200 °С, внутреннем диаметре оболочки 620 мм и наружном диаметре электрода 610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

Новый хладогент 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 хладогента, составляющей до 35-85 % от степени черноты материала электрода, который имеет степень черноты практически до 95 %.

Известная технология выплавки в ДСП с использованием паровоздушного хладогента исключает его вдувание в ванну расплава металла, так как приводит к наводораживанию металла, кроме того, попадание воды на зеркало ванны расплава металла может привести к выводу ДСП из строя.

Заявленная же технология, кроме вышеописанного, обеспечивает вдувание в ванну расплава металла хладогента 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.

При высоких температурах ванны расплава металла в ДСП углерод хладогента 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 технология

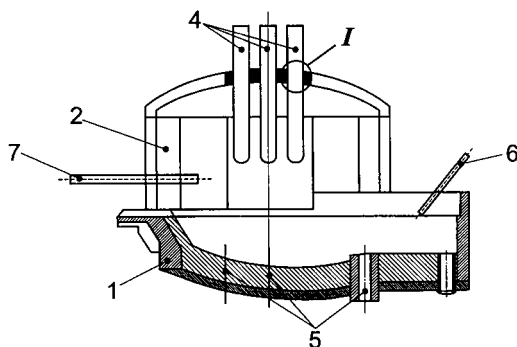
ВУ 11207 С1 2008.10.30

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

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

Источники информации:

1. RU 2025499 С1, 1994.



Фиг. 1