

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(19) **RU** (11) **2 192 482** (13) **C2**

(51) МПК

[C21C 5/56 \(2000.01\)](#)

[C21C 7/00 \(2000.01\)](#)

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 28.07.2005)

(21)(22) Заявка: [2000120129/02](#), 27.07.2000

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
27.07.2000

(43) Дата публикации заявки: 20.05.2002 Бюл. № 14

(45) Опубликовано: 10.11.2002 Бюл. № 31

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2051180 C1, 27.12.1995. SU 1134607 A1, 15.01.1985. RU 2001959 C1, 30.10.1993. Металлургия стали. /Под ред. В.И. Явойского, Г.Н. Ойкса. - М.: Металлургия, 1973, с.362-385. Металлургия стали. /Под ред. В.И. Явойского, Г.Н. Ойкса. - М.: Металлургия, 1973, с.14. Реферативный журнал. - М.: Металлургия. Производство чугуна и стали. 1983, № 12, реф. 12В435. ВОИНОВ С.Г., ШАЛИМОВ А.Г., КОСОЙ Л.Ф. и др. Рафинирование металлов синтетическими шлаками. - М.: Металлургия, 1964, с.68-86, 100, 148, 152. БАУМ Б.А., ХАСИН Г.А., ТЯГУНОВ Г.В. и др. Жидкая сталь. - М.: Металлургия, 1984, глава V, с.62-76.

Адрес для переписки:

620002, г.Екатеринбург К-2, ул. Мира, 19,
УГТУ, отдел интеллектуальной собственности,
Т.В.Маркс

(71) Заявитель(и):

Уральский государственный технический
университет

(72) Автор(ы):

Лупэйко В.М.

(73) Патентообладатель(и):

Уральский государственный технический
университет

(54) **СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ СТАЛИ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к области черной металлургии и может использоваться при получении высококачественной стали. Способ получения стали включает ее перегрев над температурой ликвидуса, выпуск металла и заливку его в реактор, содержащий кольцевую плавильную камеру с рафинирующим шлаком, перегрев и обработку последнего погружным факелом горения, экстракционное рафинирование металла и его подогрев регенерированным рафинирующим шлаком путем их смешения с последующим их расслоением и выпуском металла из реактора. В качестве металла используют нераскисленную жидкую сталь, а ее экстракционное рафинирование до заданной

концентрации кислорода и ее подогрев до заданной температуры осуществляют регенерированным рафинирующим шлаком, содержащим менее 1,0% FeO и MnO соответственно. Использование изобретения позволяет удешевить обработку стали шлаками, более глубоко удалить из стали кислород и серу, понизить содержание в ней фосфора и неметаллических включений, сократить расход раскислителей и уменьшить удельный расход энергии. 6 з.п. ф-лы.

Изобретение относится к области черной металлургии и может использоваться при получении высококачественной стали.

Процессы выплавки стали сопровождаются насыщением ее кислородом, который резко ухудшает качество твердой стали. Поэтому существующая технология выплавки стали предусматривает такую обязательную операцию, как ее раскисление-понижение в жидком металле концентрации растворенного в ней кислорода. Наиболее распространен старый способ проведения этой операции - осаждающее раскисление [1], которое заключается во введении в жидкую сталь элементов-раскислителей (марганца, кремния, алюминия и др.). Эти элементы, связывая кислород в оксиды, частично удаляются в шлаковую фазу, но в значительном количестве остаются в стали в виде неметаллических включений, существенно ухудшая ее качество.

Известны способы, с помощью которых производят раскисление стали с образованием меньшего количества неметаллических включений. К этим способам относится направление, которое основано на использовании различных вариантов вакуумной обработки жидкой стали. Раскисление идет за счет углерода при вакуумировании жидкой стали. Чем глубже вакуум, тем глубже раскисление стали. Однако сложность вакуумных установок, их высокая стоимость и значительные затраты на их эксплуатацию, особенно при получении глубокого вакуума, а также необходимость высокого перегрева стали за счет источников тепловой энергии с низким коэффициентом использования тепла препятствуют широкому распространению этого способа. Кроме того, оно малоэффективно при выплавке низкоуглеродистых марок стали.

Другим вариантом вакуумного раскисления стали является ее совмещение с внепечной обработкой в специальной установке ковшевого рафинирования (АР-процесс), которая позволяет снизить температуру металла на выпуске.

Установка АР-процесса [3] оборудована электродуговым нагревом и системой аргонной продувки жидкой стали. Процесс, проводимый в этой установке, позволяет снизить температуру стали, выпускаемой из сталеплавильного агрегата на 50-80°C, а это позволяет снизить расход в нем огнеупоров, получить сталь с более низкой концентрацией фосфора, а также понизить на 25-80% содержание в стали серы за счет введения порошка силикокальция. Недостатком способа является применение для нагрева электроэнергии, которая характеризуется низким суммарным сквозным коэффициентом полезного энергоиспользования топлива (<30%), применение дорогого реагента (силикокальция) для десульфурации, а также применение дорогостоящего оборудования и самого процесса для снижения в стали кислорода (вакуумирование с помощью RH-процесса).

Второй способ чистого раскисления стали экстракционный заключается в контактной обработке стали шлаком с низким содержанием в нем оксидов железа и марганца. В этом случае в соответствии с законом распределения Нерста кислород будет диффундировать в шлак и экстрагироваться им. Чем меньше FeO и MnO в таком шлаке и чем больше его масса относительно массы стали, тем будет более глубокое раскисление стали. Применение этого способа в электросталеплавильном процессе связано с низкой скоростью процесса раскисления из-за малой удельной поверхности контакта шлака с металлом и снижением производительности печи. По этой причине продолжительность восстановительного периода электроплавки ограничивают и раскисление стали не доводят до глубокого уровня, сталь приходится дораскислять обычным способом, что, хотя и в меньшей степени, приводит к загрязнению ее неметаллическими включениями.

Известен способ [4], который является другим вариантом экстракционного

раскисления стали, выплавленной в любом плавильном агрегате. Он заключается в ее обработке в ковше синтетическим шлаком, содержащим как FeO , так и $\text{MnO} < 0,5-1,0\%$. Процесс в этом случае при огромной поверхности контакта системы шлак-металл протекает чрезвычайно быстро, но из-за ограниченного количества шлака (3-6% от массы металла) раскисление стали не достигает глубокого уровня и, как в варианте с электроплавкой, сталь здесь характеризуется заметным загрязнением неметаллическими включениями, в том числе и за счет легирующих раскислителей. Кроме того, этот вариант раскисления требует дополнительного перегрева стали в печи на $50-100^\circ\text{C}$, что дополнительно удорожает этот способ и приводит к повышению содержания в стали фосфора. Сера же в металле снижается до тысячных долей процента.

Анализ показывает, что для достижения глубокого раскисления стали экстракционным способом, соизмеримого с раскислением алюминием, масса синтетического шлака в сравнении с традиционно применяемой сейчас должна быть во много раз большей. При этом стоимость обработки стали согласно расчетам резко возрастает и эти затраты не окупаются. Это являлось причиной, исключающей возможность применения синтетических шлаков для глубокого раскисления стали при традиционных способах их приготовления и обработки ими металла.

Наиболее близким по решаемой задаче и достигаемому техническому результату является способ получения стали [5], предусматривающий выплавку и перегрев металла над температурой ликвидуса, выпуск металла и заливку его в реактор, содержащий кольцевую плавильную камеру с непрерывно циркулирующим в ней рафинирующим шлаком, перегрев и регенеративную обработку шлака погружными факелами горения, экстракционное рафинирование и перегрев металла регенерированным рафинирующим шлаком путем их смешения, разделение металла и шлака и выпуск металла из реактора.

Однако этот способ при снижении стоимости реагентов для обработки в результате их регенерирования не позволяет достаточно стабильно получать качественную сталь, сравнимую по свойствам со сталью, обработанной синтетическим шлаком.

В основу настоящего изобретения поставлена задача создать такой способ получения стали, благодаря которому достигается технический результат - улучшение одновременно качества готовой стали и снижение затрат на ее получение.

Технический результат достигается тем, что в известном способе получения стали, включающем выплавку и перегрев металла над температурой ликвидуса, выпуск металла и заливку его в реактор, содержащий кольцевую плавильную камеру с непрерывно циркулирующим в ней рафинирующим шлаком, перегрев и регенеративную обработку этого шлака погружными факелами горения, экстракционное рафинирование и подогрев металла регенерированным рафинирующим шлаком путем их смешения, разделения металла и шлака и выпуск металла из реактора, по изобретению используют следующие приемы, составляющие сущность данного изобретения:

во-первых, использование в качестве металла нераскисленной стали;

во-вторых, экстракционное рафинирование металла до заданной концентрации кислорода и серы и подогрев металла до заданной температуры производят регенерированным рафинирующим шлаком, содержащим менее $1,0\%$ закиси железа и закиси марганца соответственно. В основе такого шлака может лежать система $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$;

в-третьих, отношение массы регенерированного рафинирующего шлака к массе рафинируемой нераскисленной стали должно находиться в пределах от $0,25:1,0$ до $10,0:1,0$, а температуру этого шлака поддерживают в интервале $1630-1880^\circ\text{C}$;

в-четвертых, регенерацию непрерывно циркулирующего по кольцевой камере реактора рафинирующего шлака начинают на первом технологическом участке - участке перегрева шлака и удаления из него серы путем продувки шлака погруженным в него факелом горения с коэффициентом избытка кислорода α , равным $1,05-1,25$, а затем после перетекания шлакового потока на следующий (второй) технологический участок снижают в шлаке до необходимого уровня FeO и MnO путем продувки шлака погруженным восстановительным факелом горения с α , равным $0,3-0,5$;

в-пятых, во время продувки шлака восстановительным факелом горения с целью

снижения в шлаке FeO и MnO существенно ниже 1,0% в шлак одновременно вдуваются раскислительные порошки, например, угольный, коксовый, графитовый, ферросилициевый, алюминиевый, карбида кальция или в отдельности или в виде их смесей;

в-шестых, регенерированный таким образом рафинирующий шлак непрерывно перетекает в третий технологический участок - зону смешения его с металлом. Это смешение производят путем орошения шлакового потока каплями металла, струя которого при сливе на шлак пульверизуется струей химически инертного газа, например аргона. При продвижении шлакового потока в направлении четвертого технологического участка - зоны разделения капли металла, осаждаясь в глубоком шлаковом потоке, рафинируются от кислорода и серы и одновременно подогреваются до заданной температуры. В конце этой зоны капли металла выделяются из шлакового потока в находящуюся под ним металлическую ванну рафинированной стали;

в-седьмых, учитывая возможность подогрева рафинируемого металла до заданной температуры при смешении его с регенерированным рафинирующим шлаком, снижают температуру перегрева металла над точкой ликвидуса при выпуске его из сталеплавильного агрегата до более низкого, чем обычно, уровня, улучшая этим процесс дефосфорации в сталеплавильном агрегате и экономя энергозатраты в нем.

Минимальный уровень температуры перегрева над точкой ликвидуса в конце плавки с учетом практики сталеварения и расчетов выбран в 30°C при массе металла в ковше, близкой к 200 т и более, а максимальный уровень такого перегрева в 80°C выбран для малых масс металла (близких к 10-25 т).

В результате комплексного использования этих отличительных особенностей данного изобретения достигается следующий определенный технический эффект: Получение дешевой особовысококачественной стали, глубоко чистой по неметаллическим включениям и сере, с пониженным содержанием фосфора и многократное использование для этого одной и той же массы непрерывно регенерируемого рафинирующего и подогревающего шлака.

Физические параметры шлакового расплава (масса и температура) между собой тесно увязаны с учетом конкретных требований обработки стали (степени ее раскисления, десульфурации, подогрева). Так, вначале определяют массу шлака (в пределах 25-1000% относительно массы металла), которая необходима для заданного очищения стали от кислорода и серы при заданном химсоставе регенерированного шлака. Затем исходя из этой массы шлака определяют температуру его перегрева (в пределах 1630-1880°C), необходимую для достижения при их смешении заданного подогрева стали. Последний учитывает и теплотери, которые будут иметь место после обработки стали, расход тепла на расплавление легирующих, а в ряде случаев расход тепла на подогрев стали до уровня, требуемого для благоприятной перестройки ее структуры ближнего порядка, за счет чего качество стали повышается дополнительно [6]. Таким образом, варьируя массой шлака и его температурой в рамках указанных пределов, выбирают эти параметры в оптимальном соотношении в зависимости от конкретных условий.

Осуществление обработки стали регенерируемым шлаковым расплавом производят следующим образом. Плавку в сталеплавильном агрегате заканчивают при температуре перегрева над точкой ликвидуса в пределах 30-80°C. Готовый по содержанию углерода и фосфора, а также по температуре металл, не раскисляя и не легируя, выпускают в нормально подогретый ковш и немедленно подают к металлургическому кольцевому реактору (МКР).

Реактор (МКР) представляет собой кольцевую камеру, которая технологически разделена на три зоны: зону регенерации, зону смешения металла со шлаком и зону их разделения. В МКР газовая полость зоны регенерации с помощью двух перегородок герметично отделена от газовой полости смежных зон. Зона регенерации оборудована топливно-кислородными фурмами, погруженными в шлаковый расплав, которые за счет расположения топливно-кислородных сопел в горизонтальной плоскости оказывают динамическое воздействие на шлак, непрерывно перемещая его вдоль кольцевой камеры

и оказывая на него соответствующее и термическое и физико-химическое воздействие. В зоне смешения кольцевая камера содержит отверстие для слива на шлак металла и оборудована пульверизирующим узлом для дробления струи металла на капли с помощью струй аргона или воздуха, а в зоне разделения содержит отверстие для выпуска рафинированной стали. Свод кольцевой камеры оборудован газоотводящим трактом с газоочисткой. Реактор оборудован пневмотранспортной системой для ввода в шлаковый расплав порошкообразных шлакообразующих и раскислителей шлака.

Регенерация рафинирующего шлакового расплава в реакторе МКР протекает непрерывно в рециркуляционном режиме следующим образом. Находящийся в кольцевой камере шлаковый расплав в зоне регенерации с помощью топливно-кислородных фурм продувают сначала (по ходу его перемещения в первом технологическом участке) факелом полного горения с некоторым избытком кислорода ($\alpha = 1,05-1,25$) для окисления и удаления серы из шлака и перегрева его до технологически заданной температуры.

Контакт сернистого газа (SO_2) и окислительного газа (CO_2) со струей рафинируемого металла, раздробленного на капли, предотвращается путем герметичного отделения газовой полости зоны регенерации (где образуются эти газы) от газовой полости смежных зон. Затем при дальнейшем продвижении по зоне регенерации в ее конце (второй технологический участок) шлак продувают факелом неполного горения ($\alpha < 0,5$) и вдувают в шлак раскислительные порошки. При необходимости корректируют состав шлака вдуванием в него других соответствующих порошков.

В зоне смешения в шлаковый расплав, прошедший регенерацию, через заливочное отверстие и пульверизационный узел сливают металл. Мелкие капли металла в зоне разделения, осаждаясь через шлаковый расплав на под, очищаются от примесей и подогреваются. Далее шлак достигает зоны регенерации и технологический цикл для шлака повторяется. Очищенный от примесей и подогретый металл непрерывно или порционно сливается из реактора через выпускное отверстие в ковш. После выпуска из реактора рафинированной стали в ковш производят операции ее легирования и при необходимости добавочного раскисления, например, алюминием. Все технологические операции, начиная с выпуска из МКР рафинированной стали, включая ее разливку в слитки, производят в защитной атмосфере аргона, предотвращая сталь от окисления кислородом воздуха.

По своему механизму в сравнении с ковшевой обработкой обработка металла шлаком в кольцевом реакторе характеризуется более благоприятными условиями для рафинирования стали. Важнейшим из них является полупротивоточный, точнее, промывочный (перекрестный) режим рафинирования, когда капли металла, опускаясь сверху вниз через слой шлака (например, глубиной 1,0-2,0 метра), как бы промываются в нем. Причем на всем этом пути капли металла проходят сквозь свежий шлак, оставляя за собой отработанный. В этом случае равновесное содержание примесей в каплях металла в конце их рафинирования будет определяться более низкой концентрацией удаляемых примесей (в нашем случае кислорода, серы), нежели при объемном рафинировании в режиме объемного смешения, характерного для смешения металла со шлаком в ковше путем их слива с высоты (при одинаковом в обоих вариантах химсоставе и количестве шлака, приходящихся на единицу массы металла).

Пример 1. В (200 т) конвертере выплавляли углеродистую сталь марки Ст-7 (химсостав по ГОСТу: $\text{C} = 0,5-0,62$; $\text{Mn} = 0,5-0,8$; $\text{Si} = 0,15-0,35$; $\text{S} = 0,055$; $\text{P} = 0,045$). Шихтовку плавки изменили таким образом, что вместо 25% лома переплавили 27% и за счет увеличения доли лома температуру стали на выпуске снизили до 1530°C вместо обычной 1600°C , требовавшейся для успешного проведения разливки в изложницы сверху. Таким образом, при температуре точки ликвидуса этой марки стали 1500°C перегрев относительно нее снизили до 30°C вместо 100°C при обычном способе. За счет снижения перегрева стали на 70°C , во-первых, улучшили процесс ее дефосфорации, снизив содержание в ней фосфора в сравнении с обычными плавками примерно в два раза (вместо 0,045 получили

0,025), во-вторых, переплавили лома на 2% больше обычного.

После выпуска стали в ковш последний подали к металлургическому кольцевому реактору (МКР), содержащему расплав известково-глиноземистого шлака. Химический состав этого регенерированного шлака: 52% CaO; 43% Al₂O₃; 2,0% SiO₂; 1,5% MgO; 1,0% FeO; 0,1% MnO; 0,1% S. Слив металла в МКР через pulverизатор производили в течение 25 минут со скоростью 8 т стали в минуту. На эту обработку израсходовали 50 т (25% от массы стали) рафинирующего шлака, который находился в реакторе и который непрерывно регенерировали, очищая от серы до 0,1% и от закиси железа до 1,0%, а MnO до 0,1% с повышением температуры шлака до 1850°C. Его регенерированная часть массой 2 т ежеминутно обрабатывала 8 т стали, pulverизированной на капли, которые, осаждаясь в толстом (~ 1,0 м) слое шлака, подогревались и рафинировались от кислорода и серы. В результате такой обработки содержание кислорода в стали снизили с 0,011% до 0,003%, т.е. до уровня, который достигают обычно при раскислении стали алюминием, что значительно уменьшило в стали количество неметаллических включений и в совокупности с полученной низкой концентрацией серы (~ 0,005%) и пониженным содержанием фосфора существенно повысило качество стали. Корректировку химического состава стали производили после ее слива из МКР в ковш присадкой в него соответствующих ферросплавов. Поскольку сталь в МКР обрабатывалась перегретым до 1850°C шлаком, то температура стали в ковше составила 1600°C, что гарантировало ее нормальную разливку, т.к. перегрев стали над точкой ее ликвидуса составлял 100°C. Слив стали из МКР в ковш, так же как и ее разливка из него, осуществлялись с аргонной защитой струи стали от вторичного окисления кислородом воздуха.

Пример 2. В 25 т электропечи выплавляли высоколегированную сталь марки 1Х8ВФ (химсостав в % по ГОСТу: C=0,08-0,15; Si ≤ 0,6; Mn ≤ 0,5; Cr = 7,0-8,5; W = 0,6-1,0; V = 0,3-0,5). Выплавку производили по обычной технологии за исключением того, что отсутствовало в печи легирование и раскисление металла. Перегрев над точкой ликвидуса составил на выпуске 80°C вместо обычных 120°C, что позволило содержание фосфора в стали вместо 0,03% получить 0,02%. Перегрев в 80°C позволил компенсировать значительные из-за небольшой массы металла (25 т) потери им тепла при его выпуске из печи и нахождении в ковше во время его слива в металлургический кольцевой реактор (МКР). Этот слив производили в течение 25 минут со скоростью 1,0 т в минуту. На эту обработку израсходовали 250 т (1000% от массы стали) рафинирующего известково-глиноземистого шлака того же химического состава, что и в примере 1, кроме FeO, которое составляло 0,1%. Этот шлак находился в МКР и его непрерывно регенерировали, очищая от серы до 0,05 % путем окисления ее кислородом при продувке шлака в зоне регенерации факелом горения с избытком кислорода (в пределах α = 1,1-1,3). При такой продувке шлак одновременно с его очищением от серы интенсивно перегревался до 1880°C. При дальнейшем продвижении шлакового потока в зоне регенерации шлак продували восстановительным факелом (α= 0,3-0,5) с одновременным вдуванием в шлак алюминиевого порошка (>5 кг на 1 т шлака) или же порошка карбида кальция (>4,9 кг на 1 т шлака). Таким образом, содержание в шлаке FeO, как и MnO, понизили до 0,1%, сохранив его температуру на уровне 1880°C. Регенерированный поток шлака непрерывно (со скоростью 10 т в минуту) поступал в зону смешения со сталью, струя которой с помощью аргона, pulverизированная на мелкие капли, сливалась на шлак. Капли металла, осаждаясь через слой шлака, очищались от серы до 0,0005% и от кислорода до 0,0003%. Температура стали при этом повысилась до 1865°C, что позволило при ее сливе в ковш, в котором находились легирующие сплавы, полностью их расплавить, снизив температуру стали до 1635°C, которая обеспечила проведение всех операций по ее разливке с защитой аргоном в оптимальном режиме. Таким образом, такой способ внепечной обработки стали позволил получить металл, более чистый по фосфору и особо чистый по сере, кислороду и неметаллическим включениям, сопоставимый с качеством стали, полученной при электрошлаковом переплаве, но при

значительно меньших производственных затратах.

Пример 3. В 100 т дуговой печи выплавляли сталь марки ШХ15 (химсостав в % по ГОСТу: C = 0,95-1,05; Mn = 0,20-0,40; Si = 0,17-37; Cr = 1,3-1,65; Ni ≤ 0,30; S ≤ 0,02; P ≤ 0,027; Cu ≤ 0,254) по обычной технологии за исключением того, что отсутствовало в печи легирование и раскисление стали.

Перегрев металла над ликвидусом составил на выпуске 50°C, что позволило снизить содержание в стали фосфора до 0,02%. Сталь сливали в МКР через пульверизатор в течение 25 минут со скоростью 4 т в минуту. Это количество стали в виде капель осаждалось через регенерированный шлак массой 26,8 т. Таким образом, на обработку всей стали израсходовали 670 т (670% от массы стали) регенерированного шлакового расплава того же химического состава, что и в примере 2. Его непрерывную регенерацию осуществляли таким же образом, как и в примерах 1 и 2, снижая в шлаке серу до 0,1% и FeO до 0,1%, и MnO до 0,1% и перегревая его до t=1630°C. В результате такой обработки металла шлаком содержание в стали кислорода снизилось до <0,0003%, т.е. до уровня, более низкого, нежели при обычном раскислении стали алюминием, что резко уменьшило загрязнение стали неметаллическими включениями. Содержание серы в стали удалось снизить до 0,001%. Температура стали после слива ее в ковш, где находились необходимые легирующие, понизилась до 1570°C, что было достаточно для успешной разливки металла. Струя стали при сливе в ковш и при ее разливке защищалась от окисления воздухом обдувом аргоном. В результате такой внепечной обработки в МКР сталь по своим качественным характеристикам была сопоставима со сталью, получаемой электрошлаковым переплавом, но при значительно меньших производственных затратах.

Данное изобретение позволяет успешно заменить обычный внепечной способ обработки стали в ковше синтетическими шлаками. Такая замена приведет: во-первых, к значительному удешевлению внепечной обработки стали синтетическими шлаками;

во-вторых, к возможности более глубокого удаления из стали кислорода и серы и пониженного содержания в ней фосфора;

в-третьих, к более низкому содержанию в стали неметаллических включений;

в-четвертых, к сокращению расхода обычных раскислителей;

в-пятых, к уменьшению удельного расхода энергии в сталеплавильных агрегатах;

в-шестых, к получению массовой дешевой высококачественной стали.

ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

1. Металлургия стали, под ред. Явойского В.И., Ойкса Г.Н., Металлургия, 1973 г., с. 362-385.

2. Металлургия стали, под ред. Явойского В.И., Ойкса Г.Н., Металлургия, 1973 г., с. 14.

3. Реферативный журнал "Металлургия. Производство чугуна и стали", 12, 1983 г., реф. 12В435 и 12В456.

4. Рафинирование металлов синтетическими шлаками, Воинов С.Г., Шалимов А. Г. , Косой Л.Ф., Калинин Е.С., Металлургия, 1964, с. 68-86, 100, 148, 152.

5. Патент России 2051180, 1995 г.

6. Жидкая сталь, Баум Б.А., Хасин Г.А., Тягунов Г.В. и др., Металлургия, 1984, с. 62-76, глава V.

Формула изобретения

1. Способ получения стали, включающий выплавку и перегрев металла над температурой ликвидуса, выпуск металла и заливку его в реактор, содержащий кольцевую плавильную камеру с непрерывно циркулирующим в ней рафинирующим шлаком, перегрев и регенеративную обработку шлака погруженными факелами горения, экстракционное рафинирование и подогрев металла регенерированным рафинирующим шлаком путем их смешения, разделение металла и шлака и выпуск металла из реактора, отличающийся тем, что в качестве металла используют нераскисленную жидкую сталь, а

экстракционное рафинирование до заданной концентрации кислорода и подогрев металла до заданной температуры производят регенерированным рафинирующим шлаком, содержащим менее 1% закиси железа и закиси марганца соответственно.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что отношение массы регенерированного рафинирующего шлака к массе рафинируемого металла поддерживают в пределах от 0,25: 1 до 10: 1, а температуру шлака в интервале 1630-1880°C.

3. Способ по пп. 1 и 2, отличающийся тем, что регенерацию циркулируемого рафинирующего шлака производят вначале на участке перегрева шлака и удаления из него серы продувкой погруженным в шлак факелом горения с коэффициентом избытка кислорода α , равным 1,05-1,25, а затем на участке снижения концентрации FeO и MnO в шлаке продувкой погруженным восстановительным факелом горения с α , равным 0,3-0,5.

4. Способ по пп. 1-3, отличающийся тем, что в рафинирующий шлак во время продувки восстановительным факелом горения вдувают раскислительные порошки.

5. Способ по пп. 1-4, отличающийся тем, что в качестве раскислительных порошков используют уголь, кокс, графит, ферросилиций, алюминий, карбид кальция, или в отдельности или их смеси.

6. Способ по п. 1, отличающийся тем, что смешение металла с регенерированным рафинирующим шлаком производят путем орошения шлака сверху каплями металла, образуемыми путем пульверизации струи сливаемого на шлак металла струями аргона.

7. Способ по пп. 1-6, отличающийся тем, что металл перед выпуском перегревают над температурой ликвидуса на 30-80°C.

ИЗВЕЩЕНИЯ

ММ4А - Досрочное прекращение действия патента Российской Федерации на изобретение из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе

(21) Регистрационный номер заявки: [2000120129](#)

Дата прекращения действия патента: **28.07.2002**

Извещение опубликовано: **10.02.2004** БИ: **04/2004**