



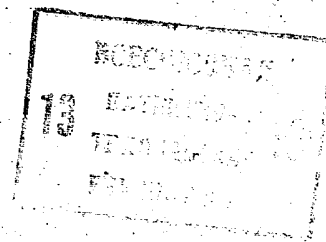
СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1016367** **A**

3(51) C 21 C 5/28

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



(21) 3387504/22-02

(22) 29.01.82

(46) 07.05.83. Бюл. № 17

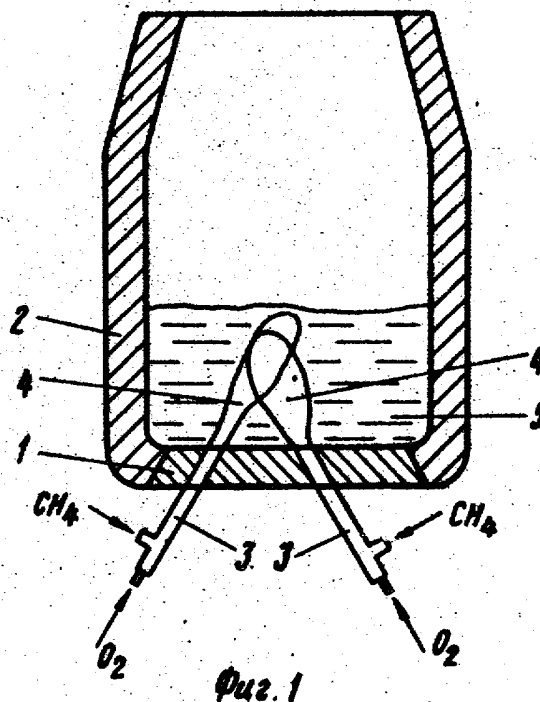
(72) А. Г. Чернятевич, Ю. И. Шиш,
Ю. А. Коржавин, С. Н. Петров, А. С. Тарта-
ковский, А. П. Наливайко и А. И. Спильчак
(71) Днепропетровский ордена Трудово-
го Красного Знамени индустриальный ин-
ститут им. Арсеничева

(53) 669.184.132 (088.8)

(56) 1. Патент СССР № 592366,
кл. C 21 C 5/28, 1976.

2. Авторское свидетельство СССР
№ 844634, кл. C 21 C 5/28, 1979.

(54)(57) СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА
СТАЛИ В КОНВЕРТЕРЕ, включающий
продувку расплава струями кислорода в
оболочке защитного газа, подаваемыми
снизу со взаимным пересечением в пре-
делах высоты металлической ванны, от-
личающийся тем, что, с целью
интенсификации процесса и повышения
выхода жидкой стали, пересечение струй
кислорода осуществляют в интервалах до
30% и при 70-80% времени от начала
продувки при расходе кислорода, в 1,2 -
1,4 раза превышающем номинальный, а
остальное время продувку ведут при
номинальном расходе кислорода.



(19) **SU** (11) **1016367** **A**

Изобретение относится к черной металлургии, в частности к производству стали в конвертерах с донным дутьем.

Известен способ производства стали в конвертере с донным дутьем, по которому продувку расплава ведут кислородными струями в оболочке защитной среды, например, газообразного топлива в виде природного газа. Топливно-кислородные струи вдувают в металл через сопла типа "труба в трубе", оси которых расположены параллельно или под различными углами наклона относительно продольной оси конвертера [1].

Указанный способ обладает существенным недостатком по сравнению с кислородно-конвертерным процессом с верхней продувкой, заключающимся в невозможности регулирования окисленности шлака (содержания в нем окислов железа) по ходу операции.

Рассредоточенный ввод дутья по площади днища конвертера через сопла типа "труба в трубе", исключая возможность слияния отдельных топливно-кислородных струй в объеме ванны при используемых на практике давлениях кислорода (8 - 12 атм) и защитной среды (6 - 12 атм), увеличение пути реагирования кислородных струй с металлом за счет наклона сопел относительно продольной оси конвертера, ведет к тому, что образующиеся в месте непосредственного контакта кислородных струй с металлом окислы железа в основном успевают расходоваться в пределах высоты металлической ванны на окисление примесей. Поэтому на протяжении большей части времени от начала продувки содержание закиси железа в шлаке, являющейся основным растворителем присаживаемой в конвертер извести, обычно ниже 5%, в то время как для быстрого растворения извести необходимо иметь 15 - 25% FeO. Это не способствует формированию жидкоподвижного высокоосновного шлака с самого начала операции и тем самым замедляет протекание процессов дефосфорации и десульфурации по сравнению с обезуглероживанием ванны, вследствие чего приходится вести плавку с передувкой. Указанные обстоятельства вынуждают вместо присадок кусковой извести вводить в ванну в потоке кислорода порошкообразную известь, применяя для этих целей сложное и дорогостоящее оборудование, что сказывается на технико-экономических показателях процесса вы-

плавки стали в конвертерах с донным кислородным дутьем.

Отмеченные недостатки в значительной мере устраняются при донной продувке расплава кислородом в оболочке защитного газа, подаваемым струями, пересекающимися в пределах высоты металлической ванны.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату к изобретению является способ производства стали в конвертере, включающий продувку расплава струями кислорода в оболочке защитного газа, подаваемыми снизу со взаимным пересечением в пределах высоты металлической ванны.

Кислород согласно этому способу подают с постоянным расходом при равномерном распределении его по струям.

Пересечение кислородных струй в пределах металлической ванны конвертера ведет к сокращению пути взаимодействия вдуваемого кислорода с металлом, и тем самым неиспользуемые в пределах металлической ванны на окисление примесей окислы железа в повышенном количестве все время поступают в шлак, увеличивая его окисленность, и ведут к ускоренному растворению присаживаемой в конвертер извести [2].

Однако непрерывное накопление окислов железа в шлаке при донной продувке снижает выход жидкой стали за счет повышенного утара железа по сравнению с обычным вариантом донного подвода дутья без пересечения струй. Кроме того, при чрезмерном повышении окисленности шлака продувка сопровождается образованием выбросов, что дополнительно ведет к снижению выхода жидкой стали.

При данном способе не обеспечивается также гибкое ведение плавки, поскольку не реализуется управляемое повышение или понижение концентрации окислов железа в шлаке в нужные периоды продувки, например повышение окисленности шлака в начале операции, когда необходимо ускорить растворение извести и быстро навести высокоосновной жидкоподвижный шлак для успешного протекания процессов дефосфорации и десульфурации, а также понижение окисленности шлака в конце продувки до минимальных значений, когда необходимо повысить выход жидкой стали.

Данный способ из-за неизменного расхода кислорода в ходе продувки не позволяет полностью использовать пропускную способность газоотводящего тракта конвертера в начальный и конечный пе-

риоды операции, когда количество покидающих конвертер газов значительно меньше, чем в период интенсивного обезуглероживания ванны в середине операции, и тем самым интенсифицировать плавку и повысить выход стали.

Целью изобретения является интенсификация процесса и повышение выхода жидкой стали.

Поставленная цель достигается тем, что согласно способу производства стали в конвертере, включающему продувку расплава струями кислорода в оболочке защитного газа, подаваемыми снизу со взаимным пересечением в пределах высоты металлической ванны, пересечение струй кислорода осуществляют в интервалах до 30% и при 70-80% времени от начала продувки при расходе кислорода, в 1,2 - 1,4 раза превышающем номинальный, а остальное время продувку ведут при номинальном расходе кислорода.

Сущность изобретения заключается в следующем.

Продувка с пересечением топливно-кислородных струй в пределах высоты металлической ванны в интервале времени 0-30% от начала операции при расходе кислорода, в 1,2 - 1,4 раза превышающем номинальный для периода интенсивного обезуглероживания ванны, преследует своей целью создание с самого начала операции высокоосновного жидкоподвижного окислительного шлака, способствующего опережающему развитию процессов дефосфорации и десульфурации по сравнению с окислением углерода, а также интенсификацию плавки в начальный период. Последнее связано с тем, что при продувке с постоянным номинальным расходом кислорода, соответствующим максимальной пропускной способности газоотводящего тракта конвертера в период интенсивного обезуглероживания ванны (наибольшего газовыделения из конвертера), пропускная способность тракта используется не полностью в начальной и конечной стадиях операции, когда значительная часть вдуваемого кислорода расходуется на окисление кремния, марганца, фосфора и железа без выделения газа. Поэтому можно увеличить расход кислорода на продувку сверх номинального в начальной и конечной стадиях операции и тем самым добиться более равномерного газовыделения из конвертера в ходе продувки, более полного использования пропускной способности газоотводящего тракта и в конечном итоге интенсификации плавки.

При этом особенно следует отметить, что за счет повышения расхода кислорода сверх номинального значения в 1,2 - 1,4 раза в интервале 0-30% времени от начала операции одновременно реализуется продувка с пересечением струй в пределах высоты металлической ванны. Такая продувка ведет к сокращению пути взаимодействия вдуваемого кислорода с металлом, и тем самым неиспользуемые в пределах металлической ванны на окисление примесей окислы железа поступают в шлак и способствуют ускоренному растворению присаженной в конвертер извести.

Если нижний предел совпадает с началом продувки, то окончание продувки в начальный период операции с пересечением струй ниже поверхности металлической ванны по истечении 30% времени является верхним пределом для этого периода плавки вследствие того, что к этому моменту завершается окисление кремния, большей части марганца и фосфора (шлакообразующих примесей), а затем наступает период интенсивного окисления углерода, продувка в котором (свыше 30% времени от начала операции) с условием пересечения струй вызывает чрезмерное вспенивание шлака из-за повышенной его окисленности, образование интенсивных выбросов металла - шлаковой эмульсии из агрегата, что уменьшает выход жидкой стали.

Продувка с пересечением топливо-кислородных струй в интервале времени 70-80% от начала операции (период интенсивного спада скорости обезуглероживания) при расходе кислорода, в 1,2 - 1,4 раза превышающем номинальный, преследует своей целью предотвращение сворачивания шлака, наблюдающегося в завершение периода интенсивного обезуглероживания ванны вследствие снижения концентрации окислов железа в шлаковой фазе в отсутствие пересечения струй ниже поверхности металлической ванны при номинальном расходе кислорода. В данном случае предлагаемая реализация продувки с пересечением струй обеспечивает повышение окислов железа в шлаке, разжижение последнего и тем самым существенно ускоряет процесс дефосфорации, способствующий вновь развитию с началом ослабления скорости обезуглероживания в указанный период операции.

Начало продувки в период интенсивного окисления углерода с пересечением струй в пределах высоты металлической

ванны до 70% времени операции (нижний предел) сопровождается образованием интенсивных выбросов по указанным причинам, а окончание такой продувки после 80% времени операции (верхний предел) ведет к чрезмерному увеличению окислов железа в шлаке, следовательно к повышенным потерям железа в шлак, и меньшему выходу жидкой стали по сравнению с обычным процессом донной продувки без пересечения струй.

Верхний предел превышения (в 1,4 раза) расхода кислорода над номинальным в интервалах 0-30 и 70-80% времени от начала операции обусловлен максимально возможным газовыделением из конвертера в это время при условии обеспечения пересечения струй ниже поверхности металлической ванны и переделе чугунов обычного состава ($\text{Si } 0,7 - 0,9\%$, $\text{Mn } 0,6 - 0,8\%$, $\text{C } 3,8 - 4,2\%$, $\text{P} > 0,30\%$), соответствующего требованиям типовой технологической инструкции по выплавке стали в конвертерах.

В случае превышения значения верхнего предела количество отходящих газов из конвертера превышает, как установлено на опытных плавках, пропускную способность газоотводящего тракта, что влечет за собой выбивание пламени и дыма из-под зонта, накрывающего горловину конвертера, и загрязнение окружающей среды на рабочей площадке цеха.

Нижний предел превышения (в 1,2 раза) расхода кислорода над номинальным в интервалах 0-30 и 70-80% времени от начала операции обусловлен максимально возможным газовыделением из конвертера в это время при условии обеспечения пересечения струй ниже поверхности металлической ванны и переделе используемых на практике чугунов с низким содержанием шлакообразующих примесей ($\text{Si } 0,2 - 0,3\%$, $\text{Mn } 0,1 - 0,3\%$, $\text{C } 3,8 - 4,2\%$, $\text{P} > 0,12\%$). При работе конвертера с уменьшением нижнего предела превышения (в 1,2 раза) расхода кислорода над номинальным наблюдаются низкое использование пропускной способности газоотводящего тракта, а отсюда и все отмеченные ранее недостатки, соответствующие обычным условиям продувки с постоянным номинальным расходом кислорода.

На фиг. 1 и 2 изображены схемы осуществления способа.

В днище 1 конвертера 2 попарно установлены топливно-кислородные стационарные фурмы 3 с наклоном друг к другу.

При этом расстояние между накопленными друг к другу фурмами и угол наклона оси каждой фурмы к горизонтальной плоскости днища конвертера подбираются таким образом, чтобы в период продувки (интервалы 0-30 и 70-80% времени от начала операции) с расходом кислорода, превышающим в 1,2 - 1,4 раза номинальный, происходило пересечение струй 4 (фиг. 1) в пределах высоты металлической ванны 5, а при продувке в остальное время с номинальным расходом кислорода струи не пересекались (фиг. 2) в пределах высоты металлической ванны.

Пример. Реализацию способа осуществляют в 130 кг лабораторном конвертере донного дутья, оборудованном четырьмя фурмами типа "труба в трубе", наклоненными попарно друг к другу под углом 30° к горизонтальной плоскости днища. Расстояние между торцами фурм на поверхности днища составляет 0,1 м. Диаметр цилиндрического сопла для подвода кислорода 1,7 мм. Ширина кольцевой щели для подачи природного газа, выполняющего роль защитной среды, равна 0,1 мм. Расход защитной среды 5% от массы подаваемого кислорода. Газоотводящий тракт конвертера рассчитан на номинальный расход кислорода $0,676 \text{ м}^3/\text{мин}$ при пиковом (максимальном) обезуглероживании ванны.

В условиях номинального расхода кислорода через фурмы $0,676 \text{ м}^3/\text{мин}$ и указанного расположения фурм в днище конвертера продувка протекает без пересечения струй в пределах высоты металлической ванны.

При расходе кислорода, в 1,2 - 1,4 раза превышающем номинальный, происходит пересечение струй ниже поверхности металлической ванны. Глубина металлической ванны в спокойном состоянии 0,2 м.

Плавки осуществляют по 4 вариантам ведения операции.

1 вариант - известный способ производства стали в конвертере, когда донную продувку ведут с постоянным пересечением струй в пределах высоты металлической ванны при постоянном номинальном расходе кислорода ($0,676 \text{ м}^3/\text{мин}$) на протяжении всей плавки.

Перерабатывают чугун, содержащий в среднем $0,8\% \text{ Si}$, $0,7 \text{ Mn}$, $4,1\% \text{ C}$, $0,30 \text{ P}$ и $0,045\% \text{ S}$ и имеющий температуру при заливке в конвертер 1370°C .

После начала продувки в конвертер присаживают кусковую известь в коли-

честве 7,8 кг (6% от веса садки) двумя равными порциями на 1 и 3-й минутах продувки. Плавиковый шпат присаживают совместно с известью порциями по 0,25 кг.

II вариант - предлагаемый способ производства стали в конвертере, когда донную продувку с пересечением струй ведут в интервалах 0-30 и 70-80% времени от начала операции при расходе кислорода 0,946 м³/мин, т.е. в 1,4 раза превышающем номинальный, а в остальное время без пересечения струй с номинальным расходом кислорода 0,676 м³/мин.

Состав чугуна и его температура, режим присадок извести и плавикового шпата соответствуют I варианту ведения операции.

III вариант - известный способ производства стали в конвертере, отличающийся от I варианта составом перерабатываемого чугуна и количеством присадок сыпучих материалов. Перерабатывают чугун, содержащий в среднем 0,2% Si, 0,2% Mn, 4,0% C, 0,12% P и 0,042% S, с температурой при заливке в конвертер 1370°C. В конвертер присаживают известь в количестве 7,0 кг (5,4% от веса садки) двумя равными порциями на 1 и 3-й минутах продувки. Плавиковый шпат присаживают совместно с известью порциями по 0,25 кг.

IV вариант - предлагаемый способ производства стали в конвертере, когда донную продувку с пересечением струй ведут в интервалах 0-30 и 70-80% времени от начала операции при расходе кислорода 0,811 м³/мин, т.е. в 1,2 раза превышающем номинальный, а в остальное время без пересечения струй с номинальным расходом кислорода 0,676 м³/мин.

Состав чугуна и его температура, режим присадок извести и плавикового шпата соответствуют III варианту ведения операций.

Использование предлагаемого способа производства стали в конвертере обеспечивает по сравнению с известным способом сокращение продолжительности продувки при неизменной пропускной способности газоотводящего тракта конвертера на 1,2 - 1,4 мин и увеличение выхода жидкой стали на 1,7 - 1,8%. При этом снижается содержание закиси железа в шлаке на 3,4 - 4,0%, но в то же время возрастает основность конечного шлака на 0,2 ед увеличивается степень десульфурации и дефосфорации на 8,9 - 11,8% и 1,7 - 2,5% соответственно.

Экономический эффект в условиях конвертерного цеха с донной продувкой производительностью 2 млн. т стали в год составит 1 055 940 руб.

