



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 201 970** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) МПК⁷ **C 21 C 5/52**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(21), (22) Заявка: 2000130886/02 , 08.12.2000
(24) Дата начала действия патента: 08.12.2000
(30) Приоритет: 17.10.2000 UA 2000105853
(43) Дата публикации заявки: 10.12.2002
(46) Дата публикации: 10.04.2003
(56) Ссылки: SU 1312103 A1, 23.05.1987. RU 2092574 C1, 10.10.1997. RU 2147039 C1, 27.03.2000. RU 2044062 C1, 20.03.1995. SU 1638176 A1, 30.03.1991. SU 1678849 A1, 23.09.1991. EP 0116720 A1, 29.08.1984. JP 4-214816 A2, 05.08.1992. US 3507642 A, 21.04.1970.
(98) Адрес для переписки:
83062, Украина, г. Донецк, ул. Ткаченко, 122,
Открытое акционерное общество "Донецкий
металлургический завод", директору по
административным вопросам В.А.Сухоносовой

(71) Заявитель:
Открытое акционерное общество "Донецкий
металлургический завод" (UA),
Складановский Евгений Никифорович (UA)
(72) Изобретатель: Рыженков Александр Николаевич
(UA),
Крикунов Борис Петрович (UA), Касьян Григорий
Иванович (UA), Шлемко Степан Васильевич
(UA), Складановский Евгений Никифорович (UA)
(73) Патентообладатель:
Открытое акционерное общество "Донецкий
металлургический завод" (UA),
Складановский Евгений Никифорович (UA)

(54) СПОСОБ ВЫПЛАВКИ СТАЛИ В ВЫСОКОМОЩНЫХ ДУГОВЫХ ПЕЧАХ

(57)
Изобретение относится к черной металлургии и может быть использовано при выплавке стали в дуговых электропечах. При выплавке стали в высокомоощных дуговых печах используют на электроплавку 15-70% от массы металлической части шихты жидкого передельного чугуна доменной плавки, который заливают на оставленные в печи 5-10% металла предыдущей плавки. Затем загружают на него 40-70% извести и 10-20% плавикового шпата от общего их расхода и продувают кислородом через сводовую фурму в течение 3-5 мин, получают расплав, загружают 30-50% стального лома от массы металлической части шихты, включают печь и

одновременно вводят кислород. После расплавления основной массы шихты производят подвалку недостающей части стального лома и шлакообразующих, проводят окислительное рафинирование и при достижении заданного содержания углерода и фосфора в металле и температуры его доводят на установке комплексной доводки "печь-ковш". Технический результат: повышение производительности печи, снижение расхода электроэнергии, конкуренция по чистоте получаемой стали в сравнении с ее выплавкой на металлизированных окатышах. 1 табл.



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 201 970** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) Int. Cl.⁷ **C 21 C 5/52**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 2000130886/02 , 08.12.2000

(24) Effective date for property rights: 08.12.2000

(30) Priority: 17.10.2000 UA 2000105853

(43) Application published: 10.12.2002

(46) Date of publication: 10.04.2003

(98) Mail address:
83062, Ukraina, g. Donetsk, ul. Tkachenko, 122,
Otkrytoe aktsionernoe obshchestvo "Donetskij
metallurgicheskij zavod", direktoru po
administrativnym voprosam V.A.Sukhonosovoj

(71) Applicant:

Otkrytoe aktsionernoe obshchestvo "Donetskij
metallurgicheskij zavod" (UA),
Skladanovskij Evgenij Nikiforovich (UA)

(72) Inventor: Ryzhenkov Aleksandr Nikolaevich
(UA),

Krikunov Boris Petrovich (UA), Kas'jan Grigorij
Ivanovich (UA), Shlemko Stepan Vasil'evich
(UA) , Skladanovskij Evgenij Nikiforovich (UA)

(73) Proprietor:

Otkrytoe aktsionernoe obshchestvo "Donetskij
metallurgicheskij zavod" (UA),
Skladanovskij Evgenij Nikiforovich (UA)

(54) **METHOD OF MAKING STEEL IN HIGH-POWER ELECTRIC ARC FURNACES**

(57) Abstract:

FIELD: ferrous metallurgy; making steel in electric arc furnaces. SUBSTANCE: proposed method requires 15-70% of mass of metal part of charge of molten conversion pig iron of blast-furnace smelting. Then, 40-70% of lime and 10-20% of fluorspar of total amount of their consumption are charged and oxygen blowing is effected through roof tuyere for 3-5 minutes, thus obtaining melt; 30-50% of steel scrap of mass of metal charge is charged, furnace is

switched-on and oxygen is supplied. After melting of main mass of charge, required amount of steel scrap and slag-forming components are added; then, oxidizing refining is performed and after preset content of carbon and phosphorus in metal and temperature have been obtained, metal is subjected to retreatment in complex furnace-ladle set. EFFECT: increased productivity; reduced power requirements; enhanced purity of steel as compared with steel obtained from metallized pellets. 1 tbl, 1 ex

Изобретение относится к черной металлургии и может быть использовано при выплавке стали в дуговых электропечах.

В современных условиях выплавки стали в дуговых электропечах, когда наметился дефицит качественного стального лома и возросла стоимость электроэнергии, интенсификация выплавки качественной стали может осуществляться за счет использования в плавке доменного жидкого чугуна, имеющего высокий энергетический потенциал в виде температуры при заливке в электропечь на уровне 1300-1350°C, содержания углерода на уровне 4,0-4,5% с небольшим и гарантированным содержанием примесей, выплавленного в доменной печи с основной железорудной составляющей в виде окисленных окатышей.

Известен способ выплавки стали в высокоомощных дуговых печах, в котором повышение производительности печи за счет сокращения длительности плавки достигается путем ввода в печь смеси чугуновой стружки (15-25% от массы шихты), извести и кварцевого песка. Сокращение плавки достигается за счет параллельного, но более "легкого" плавления мелкой чугуновой стружки, без, естественно, необходимости присадки в этом случае кокса или коксового орешка с затратой электроэнергии на их реализацию в расплав. Однако чугуновая стружка это лимитированный материал и, что более важно, не имеет регламентированного химического состава, т.к. может быть получена из ваграночного литья и других источников (машиностроение) (а.св. СССР 1678849, кл.5 С 21 С 5/52, 1989).

Известен способ производства стали в дуговых печах, в котором повышение производительности печи, снижение расхода электроэнергии и стоимости стали достигается за счет остаточных 10-15% металла и 30-50% шлака восстановительного периода предыдущей плавки. В этом способе длительность плавки снижается за счет ускорения образования жидкой шлако-металлической ванны с последующей загрузкой и проплавкой первой и второй порций шихты. Однако металлическая шихта не вносит дополнительного энергетического потенциала и имеет примеси, отрицательно влияющие на качество конечной стали (авт. св. СССР 1312103 А1, С 21 С 5/5, 23.05.1987).

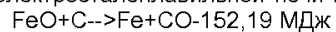
Известен также способ выплавки сталей из металлизированных окатышей в дуговой печи (авт. св. СССР 1638176, кл.5 С 21 С 5/52, 1988), предусматривающий выплавку стали в сверхмощных дуговых печах с применением металлизированных окатышей. Способ включает плавление, подачу шлакообразующей и пенообразующей присадки, состоящей из карбоната кальция, окиси кальция, углерода и окислов железа. Дополнительно дается в печь пенообразующий углеродсодержащий материал в виде брикетов, состоящий из мелочи металлизированных окатышей на известково-мелассовой связке в количестве 1-10% от массы присаживаемых металлизированных окатышей с весьма низким наличием таких элементов, как Ti, V, Cr, Pb, Al, Cu, Sn, Ni, Mo, Bi, Sb.

Этот способ является наиболее близким к описываемому.

Недостатком способа является то, что на

плавку используются металлизированные окатыши, получаемые в специальных шахтных печах с большим расходом природного газа. Для восстановления в шахтную печь загружают окатыши, изготавливаемые из особо чистого железорудного концентрата, что вместе с тем дает возможность в металлизированных окатышах иметь массовую долю SiO_2 лишь на уровне 5,0-5,5%, иногда и более.

Плавление в электросталеплавильной печи каждой тонны металлизированных окатышей приводит к дополнительному расходу извести в количестве 104 кг (для ошлакования 52 кг SiO_2), получению дополнительного шлака в количестве 289 кг с затратами тепла на его разогрев (138,8 кВт·ч). Кроме того, степень металлизации окатышей в шахтной печи находится на уровне 90%, поэтому дометаллизация железа в электросталеплавильной печи по реакции:



приводит к дополнительной затрате 68,1 кВт·ч электроэнергии с соответствующим увеличением длительности плавки.

В прототипе предусмотрено также давать дополнительно в печь пенообразующий углеродсодержащий материал в виде брикетов в количестве от 1 до 10% от массы присаживаемых металлизированных окатышей, что требует организации на металлургическом предприятии специального производства, связанного с брикетированием.

В случае же использования привозных металлизированных окатышей они должны быть пассивированы или брикетированы для защиты от возгорания, имеют температуру окружающей среды.

Кроме того, недостатком способа является и то, что металлизированные окатыши дозируются на плавку во времени, что вместе с их высокой поверхностью (диаметр окатышей 10-15 мм) приводит к значительному угару, т.е. к потере железа, ухудшению экологии.

В основу предлагаемого изобретения поставлена задача повышения производительности печи, снижения расхода электроэнергии с одновременным повышением качества стали, путем использования на электроплавку 15-70% от массы металлической части шихты жидкого передельного чугуна доменной плавки или другого первой плавки, имеющего высокую температуру и значительное содержание углерода, что по расчету вносит в электроплавку энергетический потенциал, равный 450000-500000 ккал/т чугуна или в пересчете на электроэнергию:

$$\frac{475000 \times 11,65 \times 10^{-4}}{0,72} = 768,5 \text{ кВт/ч на}$$

каждую тонну чугуна, что в свою очередь предопределяет снижение времени плавки, расхода электроэнергии, повышение производительности печи,

где $11,65 \cdot 10^{-4}$ - переводной коэффициент 1 ккал в кВт/ч, ед.;

72 - тепловой кпд электропечи, %.

Вместе с тем, 1 т жидкого чугуна вносит всего лишь 16-17 кг SiO_2 , т.е. в три раза меньше, чем металлизированные окатыши, и в 1,048 больше железа.

Кроме того, жидкий чугун следующего

химического состава, % (Чавун переробний, технічні умови, ДСТУ 3133-95 (ГОСТ 805-95) с.4.6):

Si 0,5-1,2; Mn до 0,5-1,0; P 0,020-0,050; S до 0,060;

содержащего массовую долю микропримесей не более, % (Чавун ливарний, технічні умови, ДСТУ 3132-95 (ГОСТ 48-32-95) с.6):

Ti 0,05; V 0,05; Cr 0,04; Pb 0,005; Al остаточного 0,005,

с наличием таких элементов, как Cu, Sn, Ni, Mo, Bi, Sb на уровне содержания их в металлизированных окатышах предопределяет получение качественной стали (сера и фосфор не лимитирует качество и процесс).

В предлагаемом способе выплавки стали в высокомошных дуговых электрических печах, включающем заливку 15-70% жидкого передельного чугуна, значительно упрощается также ход ведения плавки.

Применение жидкого передельного чугуна, содержащего высокий уровень физического и химического тепла, а также высокую чистоту по примесям цветных металлов, обеспечивает интенсификацию процессов плавления и окислительного рафинирования, а также получение высококачественной стали.

Выпуск из печи 90-95% металла предыдущей плавки позволяет оставшимся 5-10% металла защитить подину печи при заливке жидкого чугуна, а также улучшает условия плавления шихты в начальный период.

Продувка чугуна кислородом через сводовую фурму после загрузки на чугун первой порции шлакообразующих (40-70% извести и 10-20% плавикового шпата от общего их количества) в течение 3-5 мин обеспечивает повышение температуры расплава и формирование активного шлака, исключая воздействие силикатов на футеровку печи.

Предложенная совокупность признаков позволяет использовать в электроплавке высокоэнергоемкий жидкий передельный чугун доменной плавки; при заливке чугуна защитить подину печи от размыва струей чугуна, улучшить условия плавления шихты и получение первой порции шлакообразующих в начальный период за счет продувки кислородом в течение 3-5 мин, обеспечить повышение температуры расплава и формирование активного шлака, что в итоге значительно повышает производительность печи и экономии электроэнергии и, что более существенно, позволяет выплавлять чистые по примесям стали.

Способ осуществляется следующим образом.

При выпуске очередной плавки в печи оставляют 5-10% металла и заливают жидкий передельный чугун в количестве 15-70% от массы металлической части шихты, затем загружают 40-70% от общего количества извести и 10-20% от общего количества плавикового шпата. Производят предварительную продувку чугуна кислородом через сводовую фурму в течение 3-5 мин, после чего загружают стальной лом в количестве 30-50% от массы металлической части шихты, включают печь с одновременным введением кислорода через сводовую фурму и стеновые горелки. После расплавления основной массы шихты, при

необходимости, производят подвалку недостающей части стального лома и загрузку остального количества шлакообразующих материалов. Проводят окислительное рафинирование металла и после достижения требуемого содержания углерода и фосфора в металле и температуры сталь доводят в установке "печь-ковш".

Особенность способа заключается в том, что при использовании в шихте 70% жидкого чугуна, завалки положенной доли шлакообразующих и предварительной продувки расплава кислородом, стальной лом в количестве до 30% от металлической части шихты загружают одной порцией, что позволяет исключить подвалки и сократить длительность плавки, т.к. плавление идет очень интенсивно. При меньшем количестве жидкого чугуна появляется необходимость загрузки стального лома этого периода плавки двумя примерно равными порциями.

Такая загрузка стального лома и продувка ванны кислородом обеспечивает высокую скорость его плавления и окислительного рафинирования ванны, чему способствует вспенивание шлака и перемешивание металла и шлака пузырьками СО при окислении "лишнего" углерода.

При использовании в электроплавке жидкого чугуна массой менее 15% эффективность способа снижается, т.к. в этом случае, при загрузке первой порции шлакообразующих и 3-5-минутной предварительной продувки чугуна кислородом через сводовую фурму, расплав начнет закристаллизовываться, что приведет к перерасходу электроэнергии и удлинению плавки.

При большей чем 70% доле жидкого чугуна увеличивается завалка необходимого количества извести и плавикового шпата на эту массу чугуна с получением избыточного количества шлака и необходимостью его скачивания без достаточного его использования по насыщению вредными примесями, что не рационально. Кроме того, удаление избыточного количества углерода в шихте также удлинит плавку.

Загрузка в печь 40-70% извести и плавикового шпата в количестве 10-20% от общего их расхода на плавку обеспечивает формирование активного шлака и защиту стенок печи от прямого воздействия дуг с повышением их теплового КПД.

Нижние пределы количества извести и плавикового шпата соответствуют 15% жидкого чугуна в шихте, а верхние - 70%.

Пример

Выплавку стали ШХ15 осуществляли в 100 т дуговой печи с трансформатором мощностью до 63 МВ•А, оборудованной сводовой кислородной фурмой и стеновыми горелками. Плавки проводили по трем вариантам с использованием в шихте 15, 50 и 70% жидкого передельного чугуна.

После выпуска плавки в печи оставляли ≈6 т металла, после чего из чугуновозного ковша заливали передельный чугун доменной плавки с температурой при заливке в электропечь 1300-1350°C, а затем загружали в I варианте 1,6 т извести и 0,1 т плавикового шпата; во II варианте - 2,4 т извести и 0,16 т плавикового шпата; в III варианте - 2,8 т извести и 0,2 т плавикового шпата. Через сводовую фурму расплав

продували кислородом в течение 4 мин, после чего загружали стальной лом и включали печь с одновременной продувкой ванны кислородом через сводовую фурму и стеновые горелки.

После достижения в металле температуры $\approx 1580^{\circ}\text{C}$, углерода $\approx 1,0\%$, фосфора $\approx 0,010\%$ сталь выпускали в ковш и подавали на установку "печь-ковш" для доводки.

Технико-экономические показатели работы дуговых печей ДСП-100 с различными вариантами шихтовки при выплавке стали ШХ15 приведены в таблице. Из таблицы следует, что лучшие результаты получены на плавке с использованием в шихте 50% жидкого чугуна доменной плавки, 55% извести первой порции и 15% первой порции плавикового шпата, при этом получена сталь с массовой долей примесей на уровне стали в плавке с использованием металлized окатышей с ростом производства до 30% и экономии электроэнергии до 20%.

Технико-экономический эффект способа выплавки стали в высокомогных дуговых электрических печах с заливкой 15-70% жидкого передельного чугуна доменной плавки на остаток металла от предыдущей плавки и продувки чугуна кислородом через сводовую фурму после загрузки на чугун первой порции шлакообразующих (40-70% извести и 10-20% плавикового шпата от общего их количества) в течение 3-5 мин позволяет обеспечить температуру металла и формирование активного шлака, что в итоге повышает производительность печи на

15-30%, снижает расход энергии на 15-20% с конкуренцией по чистоте получаемой стали в сравнении с ее выплавкой на металлized окатышах.

Формула изобретения:

- 5 Способ выплавки стали в высокомогных дуговых печах, включающий оставление в печи части металла предыдущей плавки, загрузку первой порции извести и плавикового шпата в качестве шлакообразующих
- 10 материалов, загрузку чугуна и части стального лома, включение печи с одновременным введением кислорода через сводовую фурму и стеновые горелки, расплавление шихты, последующую завалку
- 15 остальной части стального лома и шлакообразующих, проведение окислительного рафинирования, выпуск металла в ковш при достижении в нем
- 20 заданного содержания углерода и фосфора и его доводку, отличающийся тем, что в качестве чугуна используют жидкий передельный чугун доменной плавки, при этом в печи оставляют 5-10% металла
- 25 предыдущей плавки, на который заливают жидкий передельный чугун в количестве 15-70% от массы металлической части шихты, загружают 40-70% извести и 10-20%
- 30 плавикового шпата от их общего количества и проводят предварительную продувку кислородом через сводовую фурму в течение 3-5 мин, после чего загружают стальной лом в количестве 30-50% от массы металлической
- 35 части шихты и включают печь, а доводку металла проводят на установке "печь-ковш".

35

40

45

50

55

60

RU 2201970 C2

RU 2201970 C2

Технико-экономические показатели работы дуговых печей ДСП-100
с различными вариантами шихтовки

№ п/п	Массовая доля чугуна в шихте, %/ №вар.	Массовая доля I порции извести, %/ масса, т	Массовая доля плавик. шпата (I порция), %/ масса, т	Расход электро- энергии, кВт/ч/т	Длитель- ность плавки, ч	Показатели				
						Pb	Sn	As	Zn	Bi
1.	10	40	10	430	1.7	22	24	60	27	26
2.	15/ Iвар.	40/ 1.6	10/ 0.10	400	1.5	19	21	36	19	18
3.	50/ IIвар.	55/ 2.4	15/ 0.16	385	1.3	13	14	19	14	14
4.	70/ IIIвар.	70/ 2.8	20/ 0.20	405	1.4	12	12	18	11	12
5.	75	70	20	425	1.6	12	11	17	10	12
6.	Сравнител. (10% чушкового чугуна)	100	25	450	2.0	22	26	62	26	27
7.	80% мет. ока- тышей с непре- рывной подачей		-	480	1.8	10	11	18	12	10
										14