



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21)(22) Заявка: **2010125160/02**, **18.06.2010**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
18.06.2010

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **18.06.2010**(45) Опубликовано: **20.12.2011** Бюл. № 35(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2165823 C1, 27.04.2001. RU 2260494 C1, 20.09.2005. RU 2308351 C1, 20.10.2007. RU 2175278 C1, 27.10.2001.**

Адрес для переписки:

**654007, Кемеровская обл., г. Новокузнецк,
ул. Кирова, 42, СибГИУ, патентный отдел**

(72) Автор(ы):

**Козырев Николай Анатольевич (RU),
Бойков Дмитрий Владимирович (RU),
Гизатулин Ринат Акрамович (RU),
Нохрина Ольга Ивановна (RU),
Токарев Андрей Валерьевич (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Государственное образовательное
учреждение высшего профессионального
образования "Сибирский государственный
индустриальный университет" (RU)****(54) ШЛАКООБРАЗУЮЩАЯ СМЕСЬ ДЛЯ НЕПРЕРЫВНОЙ РАЗЛИВКИ РЕЛЬСОВОЙ СТАЛИ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к черной металлургии, конкретно к составам шлакообразующих смесей, используемых при непрерывной разливке стали, в частности при производстве железнодорожных рельсов. Шлакообразующая смесь получена смешением аморфного графита, концентрата плавикошпатового и материалов, содержащих окислы кремния, алюминия и щелочных металлов, в качестве которых используют полевошпатовую смесь (ПШС), соду кальцинированную, тонкомолотый кварцит и цемент. Компоненты взяты в следующем соотношении, мас. %: аморфный графит 18-22,

концентрат плавикошпатовый 11-15, ПШС 13-38, сода кальцинированная 1-15, тонкомолотый кварцит 1-15, цемент - остальное. Смесь имеет основность (CaO/SiO_2) 0,6-1,0 и следующий химический состав, мас. %: С 12,0-18,0, CaO 22,0-28,0, SiO₂ 28,0-37,0, Al₂O₃ 4,5-10,0, F 4,5-9,0, (Na⁺+K⁺) 3,0-11,0. Достигается повышение ассимилирующей способности смеси по отношению к неметаллическим включениям, повышение качества стали за счет улучшения макроструктуры, снижение брака заготовок по поверхностным дефектам за счет улучшения смазки кристаллизатора расплавленной шлакообразующей смесью. 1 табл.

RU
2 4 3 6 6 5 3
C 1

RU
2 4 3 6 6 5 3
C 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION(21)(22) Application: **2010125160/02, 18.06.2010**(24) Effective date for property rights:
18.06.2010

Priority:

(22) Date of filing: **18.06.2010**(45) Date of publication: **20.12.2011 Bull. 35**

Mail address:

**654007, Kemerovskaja obl., g. Novokuznetsk, ul.
Kirova, 42, SibGIU, patentnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Kozyrev Nikolaj Anatol'evich (RU),
Bojkov Dmitrij Vladimirovich (RU),
Gizatulin Rinat Akramovich (RU),
Nokhrina Ol'ga Ivanovna (RU),
Tokarev Andrej Valer'evich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie
vysshego professional'nogo obrazovanija
"Sibirskij gosudarstvennyj industrial'nyj
universitet" (RU)****(54) SLAG-FORMING MIXTURE FOR CONTINUOUS CASTING OF RAIL STEEL**

(57) Abstract:

FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: invention relates to ferrous metallurgy, specifically, to compositions of slag-forming mixtures used in continuous casting of steel, in particular, in production of rails. The slag-forming mixture is produced by mixing of amorphous graphite, a fluorspar concentrate and materials containing silicon, aluminium and alkaline metals oxides, such as feldspar mixture (FSM), soda ash, finely ground quartzite and cement. Components are taken at the following ratio, wt %: amorphous graphite 18-22, fluorspar concentrate 11-15, FSM 13-

38, soda ash 1-15, finely ground quartzite 1-15, cement - the rest. The mixture has the basic capacity of (CaO/SiO₂) 0.6-1.0 and the following chemical composition, wt %: C 12.0-18.0, CaO 22.0-28.0, SiO₂ 28.0-37.0, Al₂O₃ 4.5-10.0 F 4.5-9.0, (Na⁺+K⁺) 3.0-11.0.

EFFECT: increased assimilating capacity of the mixture relative to non-metal inclusions, increased quality of steel due to improved macrostructure, less rejected stocks because of surface defects due to improved lubrication of the crystalliser by a melt slag-forming mixture.

1 tbl

Изобретение относится к черной металлургии, конкретно к составам шлакообразующих смесей, используемых при непрерывной разливке стали, в частности для производства железнодорожных рельсов.

5 Известна шлакообразующая смесь, содержащая доменный шлак, графит и фторсодержащее вещество, причем в качестве фторсодержащего вещества смесь содержит пыль газоочисток производства алюминия и дополнительно пыль
10 газоочисток производства ферросилиция и извести при следующем соотношении компонентов, мас. %: доменный шлак - 15-23, пыль газоочисток производства алюминия - 18-22, пыль газоочисток производства ферросилиция - 25-30, пыль газоочисток производства извести - 26-30, графит - 3-8. Пыль газоочисток производства алюминия имеет следующий состав, мас. %: Al_2O_3 - 12-15; F - 18-22; Na_2O - 12-15; CaO - 0,7-1,0; SiO_2 - 0,5-1,0; Fe_2O_3 - 2,5-3,0; C - 35-30; смолистые - 10-15. Пыль газоочисток производства ферросилиция имеет следующий состав, мас. %: SiO_2 -
15 86-88; Al_2O_3 - 1,8-2,5; Si - 1,1-1,45; CaO+MgO - 5,0-5,8; $Fe_{общ}$ - 2,5-3,0 [1].

Существенным техническим недостатком данной смеси является то, что она не позволяет получать высокие качественные показатели в части отбраковки
20 непрерывнолитых заготовок по поверхностным шлаковым включениям из-за содержащегося тугоплавкого компонента, в частности доменного шлака.

Кроме того, выбранные соотношения компонентов в смеси не обеспечивает
25 необходимую легкоплавкость смеси, гарантирующую высокую степень смазывания поверхности кристаллизатор-заготовка, а также не обеспечивает требуемые рафинирующие свойства смеси по неметаллическим включениям.

Известна шлакообразующая смесь для непрерывной разливки рельсовой стали, содержащая фторсодержащий материал, силикатную глыбу, кремнийсодержащий материал и цемент, отличающийся тем, что она дополнительно содержит материал,
30 содержащий окислы бора, а в качестве кремнийсодержащего материала она содержит материал на основе окислов кремния при следующем соотношении ингредиентов, мас. %:

Фторсодержащий материал 16-24

Силикатная глыба - 8-12

35 Материал на основе окислов кремния - 8-12

Материал, содержащий окислы бора - 12-18

Цемент - остальное [2].

Существенным недостатком данной смеси является высокое содержание
40 плавикового шпата, приводящее к повышенному износу оборудования МНЛЗ в результате коррозии.

Известна также шлакообразующая смесь для непрерывной разливки стали [3] - прототип, включающая графит аморфный, фторсодержащее вещество, концентрат датолитовый и цемент, отличающаяся тем, что она дополнительно содержит
45 формовочный песок при следующем соотношении ингредиентов, мас. %:

Графит аморфный - 7-12

Фторсодержащее вещество - 18-22

Концентрат датолитовый - 12-16

Формовочный песок - 10-20

50 Цемент - остальное.

Существенным недостатком такой смеси является высокое содержание фторсодержащего вещества (18-22%), приводящее к значительной коррозии элементов МНЛЗ и высоким содержаниям фтористого водорода в рабочей зоне. Также

недостаточным является содержание концентрата датолитового, что не обеспечивает необходимую легкоплавкость смеси, гарантирующую высокую степень смазывания поверхности кристаллизатор-заготовка.

Желаемыми техническими результатами изобретения являются повышение качества стали за счет улучшения макроструктуры, снижение загрязненности стали неметаллическими включениями и уменьшение отбраковки непрерывнолитых заготовок по поверхностным дефектам за счет улучшения смазки кристаллизатора расплавленной шлакообразующей смесью.

Для этого предлагается шлакообразующая смесь для непрерывной разливки рельсовой стали, полученная смешением аморфного графита, концентрата плавикошпатового и материалов, содержащих окислы кремния, алюминия и щелочных металлов, отличающаяся тем, что она имеет основность (CaO/SiO_2) 0,6-1,0 и следующий химический состав, мас. %:

C	12,0-18,0
CaO	22,5-28,0
SiO ₂	28,0-37,0
Al ₂ O ₃	4,5-10,0
F	4,5-9,0
(Na ⁺ +K ⁺)	3,0-11,0,

при этом в качестве материалов, содержащих окислы кремния, алюминия и щелочных металлов, смесь содержит полевошпатовую смесь (ПШС), соду кальцинированную, тонкомолотый кварцит и цемент при следующем соотношении компонентов, мас. %:

Аморфный графит	18-22
Концентрат плавикошпатовый	11-15
ПШС	13-38
Сода кальцинированная	1-15
Тонкомолотый кварцит	1-15
Цемент	остальное.

Заявляемые пределы подобраны эмпирическим путем исходя из следующих предпосылок.

Концентрация углерода выбрана исходя из целесообразности смазки в зоне кристаллизатор-непрерывнолитая заготовка. При снижении содержания углерода в смеси менее 12% повышается отбраковка стали по поверхностным дефектам, а при увеличении углерода более 18,0% возможно уменьшение скорости расплавления смеси и значительное науглероживание стали.

Кремнезем в ШОС должен быть ограничен из соображений вязкости расплава. Для лучшей смазки кристаллизатора смесь должна иметь низкую основность (отношение $\text{CaO}/\text{SiO}_2=0,6-1,0$). Для регулирования основности в ШОС вводится цемент и полевошпатовая смесь. Для обеспечения указанных пределов в шлакообразующую смесь дополнительно вводится мука кварцита, корректирующая содержание кремнезема.

Содержание глинозема в смеси должно быть не более 10% для лучшей ассимилирующей способности глиноземистых неметаллических включений.

Содержание фтора должно быть не менее 4,5% для уменьшения вероятности окомкования смеси и хорошей адгезии неметаллических включений шлаком, сформированным из ШОС и не более 9,0% с целью исключения повышенного

содержания фтористого водорода в рабочей зоне. Воздействие фторидов заключается, во-первых, в снижении температуры плавления, во-вторых, в дроблении полимерной структуры шлака, т.е. увеличении единиц течения, снижающих вязкость расплава.

Оксиды натрия и калия снижают температуру плавления ШОС и их суммарное содержание должно быть не менее 3% и не более 11%. При суммарном содержании оксидов натрия и калия менее 3% не удастся достичь необходимую температуру плавления смеси, при содержании более 11% смесь становится легкоплавкой, что приводит к ее повышенному расходу.

Введение полевошпатовой смеси в смесь позволяет повысить и стабилизировать суммарное содержание окислов натрия и калия. Введение в состав ШОС соды кальцинированной позволяет регулировать содержание окислов натрия, и, соответственно, температуру плавления ШОС. Кроме того, кальцинированная сода способствует в результате разложения ($\text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{Na}_2\text{O} + \text{CO}_2$) перемешиванию сформировавшегося из ШОС шлака со сталью в кристаллизаторе при разливке, вследствие чего снижается уровень неметаллических включений.

Различные варианты компонентного состава, а также влияние химического состава на температуру плавления ШОС представлено в таблице.

Заявляемая шлакообразующая смесь использовалась при разливке рельсовой стали марки Э76Ф и НЭ76Ф на радиальных 4-ручьевых МНЛЗ с сечением кристаллизатора 300×340 мм, скорость разливки 0,5-0,65 м/мин.

Для приготовления смеси использовались: аморфный графит (76,0% С), цемент (54,6% СаО, 27,0% SiO₂, 7,6% Al₂O₃, 1,0% K₂O), полевошпатовая смесь ПШС 0,20-17 (0,3% СаО, 71,3% SiO₂, 17,8% Al₂O₃, 6,7% Na₂O, 3,10% K₂O, 0,09% F), мука кварцита (0,08% СаО, 98,0% SiO₂, 0,90% Al₂O₃), в качестве фторсодержащего материала применялся концентрат плавикошпатовый (68,21% СаО, 3,0% SiO₂, 46,23% F), сода кальцинированная техническая (58,47% Na₂O). Смесь готовилась простым смешением на смесительной установке в течение 15 минут при скорости вращения барабана 1000 об/мин.

Смесь присаживалась в медные водоохлаждаемые кристаллизаторы на радиальной МНЛЗ в количестве 0,2-0,9 кг/т жидкой стали. Температура разливки в промковше составила 1480-1500°С, а скорость вытягивания слитка из кристаллизатора - 0,5-0,55 м/мин. После разливки заготовки резались на машинах газовой резки на мерные длины, после чего заготовки охлаждались по режиму до температуры 200°С, осматривались, зачищались и отгружались для прокатки.

Использование заявляемой смеси по сравнению с базовой (прототип) позволяет

1. Снизить загрязненность стали экзогенными неметаллическими включениями длиной более 1,0 мм на 95%.
2. Повысить качество поверхности непрерывнолитой заготовки, обеспечив снижение брака по поверхностным дефектам типа шлаковые включения с 0,4 до 0,15%.
3. Обеспечить повышение качества макроструктуры железнодорожных рельсов, при этом количество забракованных плавок по дефекту «светлая корочка» уменьшится в 2 раза.

Источники информации

1. Патент РФ №1814587, В22D 11/00, 11/10; С21С 5/54.
2. Патент РФ №2169633, В22D 11/00, С21С 5/54.
3. Патент РФ №2165823.

Таблица

Влияние химического состава ШОС на температуру начала размягчения и плавления

Состав ШОС	Варианты ШОС					
	1	2	3	4	5	6
компонентный состав ШОС, %						
аморфный графит	20,2	21,9	22,0	18,0	18,0	18,0
концентрат плавикошпатовый	11,4	12,4	11,0	15,0	13,0	13,0
ПШС	23,7	25,7	13,0	38,0	20,0	27,0
сода кальцинированная	8,8	1,0	6,0	4,0	15,0	1,0
тонкомолотый кварцит	7,0	7,6	15,0	1,0	8,0	8,0
цемент	28,9	31,4	33,0	24,0	26,0	33,0
химический состав ШОС						
C	15,3	16,7	18,0	13,7	13,7	12,0
CaO	23,7	25,7	25,6	23,5	22,5	28,0
SiO ₂	31,9	34,7	33,2	35,0	28,0	37,0
Al ₂ O ₃	6,5	7,0	4,5	10,0	5,6	7,4
F	5,3	5,7	4,5	9,0	6,0	6,0
(K ⁺ +Na ⁺)	7,7	3,0	5,1	6,3	11,0	3,6
Температура начала размягчения	1120	1210	1130	1130	1090	1160
Температура плавления	1150	1240	1140	1140	1130	1180
Отбраковка по поверхностным	0,05	0,15	-	-	-	0,09

Формула изобретения

Шлакообразующая смесь для непрерывной разливки рельсовой стали, полученная смешением аморфного графита, концентрата плавикошпатового и материалов, содержащих окислы кремния, алюминия и щелочных металлов, отличающаяся тем, что она имеет основность (CaO/SiO₂) 0,6-1,0 и следующий химический состав, мас. %:

C	12,0-18,0
CaO	22,5-28,0
SiO ₂	28,0-37,0
Al ₂ O ₃	4,5-10,0
F	4,5-9,0
(Na ⁺ +K ⁺)	3,0-11,0,

при этом в качестве материалов, содержащих окислы кремния, алюминия и щелочных металлов, смесь содержит полевошпатовую смесь (ПШС), соду кальцинированную, тонкомолотый кварцит и цемент при следующем соотношении компонентов, мас. %:

Аморфный графит	18-22
Концентрат плавикошпатовый	11-15
ПШС	13-38
Сода кальцинированная	1-15
Тонкомолотый кварцит	1-15
Цемент	Остальное