

(19) **KG** (11) **378** (13) **C2** (46) 30.07.2010

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЛУЖБА (51) **C22C 33/00** (2010.10)  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ  
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ (КЫРГЫЗПАТЕНТ)

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

к патенту Кыргызской Республики

---

---

(21) 20080116.1

(22) 11.11.2008

(31) 2008/0409.1

(32) 22.04.2008

(33) KZ

(46) 30.07.2010, Бюл. №7

(86) РСТ/КЗ 2008/00004 от 18.09.2008 года

(71) Республиканское государственное предприятие на праве хозяйственного ведения Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан (KZ)

(72) Назарбаев Н.А., Школьник В.С., Жарменов А.А., Толымбеков М.Ж., Байсанов С.О. (KZ)

(56) Патент KZ №3231, кл. C22C 35/00, 15.03.1996;

(54) **Сплав "Казахстанский" для раскисления и легирования стали**

(57) Изобретение относится к области черной металлургии, в частности, к процессам, создания сплава для раскисления, легирования и модифицирования стали.

Достигаемым техническим результатом является повышение качества обработанной стали заявляемым сплавом за счет глубокого раскисления и модифицирования неметаллических включений и одновременного микролегирования стали барием, титаном и ванадием.

Согласно изобретению в сплав, содержащий алюминий, кремний, кальций, углерод и железо, дополнительно вводят барий, ванадий и титан при следующем соотношении компонентов, мас. %:

кремний	45,0-63,0
алюминий	10,0-25,0
кальций	1,0-10,0
барий	1,0-10,0
ванадий	0,3-5,0
титан	1,0-10,0
углерод	0,1-1,0
железо	остальное.

1 н. п. ф-лы, 1 пр., 4 табл.

(21) 20080116.1

(22) 11.11.2008

(31) 2008/0409.1

(32) 22.04.2008

(33) KZ

(46) 30.07.2010, Bull. №7

(86) PCT/KZ 2008/00004 from 18.09.2008

(71) The Republican State Enterprise with the right of economical administration of the National Center for Complex Processing of Mineral Resources of the Kazakhstan Republic (KZ)

(72) Nazarbayev N.A., Shkolnik V.S., Zharmenov A.A., Tolymbekov M.Zh., Baysanov S.O.

(KZ)

(56) Patent KZ №3231, cl. C22C 35/00, 15.03.1996;

#### **(54) Alloy "Kazakhstanskiy" for deoxidation and alloying of steel**

(57) The invention relates to ferrous metallurgy, in particular, to the processes of alloys creation for deoxidation, alloying and modification of steel.

Achievable technical result is improve the treated steel quality by the claimed alloy at the expense of deep deoxidation and modification of nonmetallic inclusions and the simultaneous microalloying of steel with barium, titanium and vanadium.

According to the invention in the alloy, which contains aluminum, silicon, calcium, carbon and iron, there are barium, vanadium and titanium, which are additionally injected in the following proportion of components, mass fraction, %:

Silicon	45,0-63,0
Aluminum	10,0-25,0
Calcium	1,0-10,0
Barium	1,0-10,0
Vanadium	0,3 - 5,0
Titanium	1,0-10,0
Carbon	0,1-1,0
Iron	is the rest..

1 independ. claim, 1 example, 4 tables.

Изобретение относится к области черной металлургии, в частности, к процессам создания сплава для раскисления, легирования и модификации стали.

Известен сплав для раскисления и модификации стали (А.с. №990853, кл. C22C 35/00, 23.01.1983), состава, мас. %: кремний 30,0-49,0; кальций 6,0-20,0; ванадий 4,0-20,0; марганец 1,0-10,0; титан 1,5-4,0; магний 1,5-5,0; алюминий 0,3-0,8; фосфор 0,5-1,5; остальное - железо.

Недостатком сплава является присутствие фосфора, негативно влияющего на качество стали, в частности, это может привести к хладноломкости. Пониженное содержание кремния и алюминия в сплаве не обеспечивает достаточного раскисления стали. Для большего усвоения легирующих элементов данного сплава необходимо предварительно раскислять сталь алюминием. В противном случае необходим повышенный расход сплава.

Наиболее близким по составу к заявляемому сплаву является сплав для раскисления и легирования стали (патент KZ №3231, кл. C22C 35/00, 15.03.1996), который содержит следующие компоненты, мас. %: алюминий 15,0-30,0; кремний 45,0-55,0; кальций 1,0-3,0; магний 0,1-0,3; углерод 0,1-0,8; остальное железо. Сплав выплавляется восстановлением золы углей коксом.

Технические и химические составы шихтовых материалов представлены в таблице 1.

Недостатком получения сплава (прототипа) является то, что качественные характеристики стали при обработке таким сплавом недостаточно высокие, такой состав сплава недостаточно раскисляет сталь и в результате выплавляемая сталь имеет низкие характеристики. Повышенное количество кислорода в стали обработанной известным сплавом (прототипом), достигающее 0,0036 %, способствует увеличению остаточных количеств оксидных включений (до 0,097 %) в стали. Это является следствием

пониженного количества кальция, являющегося элементом-модификатором, что не позволяет более полно удалять неметаллические включения и снизить их количество ниже 0,0082 %.

Кроме того, применение в составе шихтовой смеси кокса и золы сжигания углей негативно влияет на процесс плавки в виде увеличенной спекаемости шихтовых материалов на поверхности колошника электропечи и приводит к затруднениям при отводе технологических газов. Легкоплавкая зола начинает интенсивно оплавляться и приводит к преждевременному шлакообразованию, плохой газопроницаемости, выносу основных элементов в газовую фазу через высокотемпературные газовые прорывы. Удельный расход электроэнергии при выплавке сплава составляет 11,0-11,6 Мвт·ч/т. При этом содержание кальция не превышает 3,0 %.

Совокупность перечисленных недостатков способствует понижению качественных характеристик выплавляемой стали, в частности ударная вязкость (40°C) не превышает значения 0,88 Мдж/м<sup>2</sup>.

Задачей изобретения является повышение качества обработанной стали заявляемым сплавом за счет глубокого раскисления и модификации неметаллических включений и одновременного микролегирования стали барием, титаном и ванадием.

Сущность предлагаемого изобретения заключается в следующем: сплав для раскисления, легирования и модификации стали, содержащий алюминий, кремний, кальций, углерод и железо, дополнительно содержит барий, ванадий и титан при следующем соотношении, мас. %:

кремний	45,0-63,0
алюминий	10,0-25,0
кальций	1,0-10,0
барий	1,0-10,0
ванадий	0,3-5,0
титан	1,0-10,0
углерод	0,1-1,0
железо	остальное.

Содержание элементов раскислителей в составе сплава в указанных пределах позволяет снизить количество кислорода в объеме стали в 1,4-1,8 раза по сравнению с известным сплавом (прототипом). Это позволило повысить полезное использование ванадия до 90 %. Усвоение марганца из силикомарганца в сталь повысилась на 9-12 %, достигнув значения 98,8 %, вследствие глубокого раскисления и экранирования кислорода активными кальцием, барием, алюминием и кремнием.

Барий и кальций в указанных пределах, кроме раскисляющей способности, играют роль активных десульфураторов, дефосфораторов, модификаторов неметаллических включений (НВ), придавая им легкоплавкость, за счет комплексности, заметно снижают общее количество НВ в стали. Остаточная сера и оксиды в присутствии кальция, бария и титана модифицируются в мелкие окиссульфиды и комплексные оксиды с равномерным распределением в объеме стали без образования строчечных включений и их скоплений. Количество остаточных оксидных НВ снизилось в 1,16-1,35 раза, чем при обработке стали сплавом (прототипом).

Микролегирование ванадием и титаном по сравнению с применением известного сплава (прототипа) заметно улучшает механические свойства обработанной стали. Так ударная вязкость при (-40°C) достигла значений 0,92-0,94 Мдж/м<sup>2</sup>.

Предлагаемый сплав повышает переход марганца в сталь при ее обработке как марганецсодержащими концентратами при прямом легировании, так и из ферросплавов. Извлечение марганца повысилось на 0,3-0,5 %, количество оксидных включений снизилось на 20 %, ударная вязкость повысилась на 0,04-0,06 Мдж/м<sup>2</sup>, чем при использовании известного сплава (прототипа).

Сплав выплавляется из высокозольных углеотходов угледобычи с добавками

длиннопламенного угля низкой степени метаморфизма, извести, баритовой руды, ванадийсодержащего кварцита, ильменитового концентрата. Использование кокса исключается. Удельный расход электроэнергии составляет 10,0-10,9 МВт·ч. В процессе выплавки сплава, в отличие от известного сплава (прототипа), применяется высокозольная углистая порода и длиннопламенный уголь. Углистая порода содержит 50-65 % золы, в которой сумма оксидов кремния и алюминия составляет не менее 90 %, содержит в достаточных количествах природный углерод для восстановительных процессов, что технологично и экономически целесообразно.

Добавки длиннопламенного угля, обладающего свойством разрыхлителя шихты, улучшают газопроницаемость верхних слоев колошника и отвод технологических газов.

Расход электроэнергии при выплавке заявляемого сплава ниже на 8,7 % по сравнению с прототипом.

Пример. Заявляемый состав сплава выплавляли в стационарной руднотермической электропечи мощностью трансформатора 0,2 МВА. Химические и технические составы использованных шихтовых материалов представлены в таблицах 2 и 3.

В результате проведения испытаний было установлено, что наименьший удельный расход электроэнергии, стабильный ход работы печи и лучшая газопроницаемость колошника соответствует плавкам предлагаемого состава сплава. При этом исключается карбидообразование и улучшаются технологические свойства колошника печи и, соответственно, его эксплуатация.

Оценку раскисляющей и легирующей способности заявляемого и известного (прототип) сплавов осуществляли в открытой тигельной индукционной печи ИСТОД (садка 100 кг) при выплавке низколегированных марок сталей (17ГС, 15ГЮТ). В качестве металлической шихты использовали металлический лом с содержанием 0,03-0,05 % углерода и до 0,05% марганца.

После получения металлического расплава и доведения его температуры до 1630-1650°C металл сливали в ковш. Раскисление заявляемым сплавом и сплавом (прототипом) проводили в ковше совместно с силикомарганцем СМн 17 из расчета получения в стали до 1,4 % марганца. Степень извлечения марганца в сплав определяли по химическому составу проб металла. Металл разливали в слитки, которые затем прокатывали на листы толщиной 10-12 мм. Результаты раскисления и легирования приведены в таблице 4.

Заявляемый сплав использовался при обработке стали в опытных плавках № 3-11. Лучшие результаты по раскислению, легированию и модифицированию стали, достигнуты в опытных плавках при обработке стали сплавами № 5-9 (таблица 4). В этих плавках достигнуто наиболее максимальное усвоение марганца из силикомарганца в сталь, составляющая 96,0-98,0 %, что на 9-12 % выше по сравнению с использованием сплава прототипа.

Увеличение извлечения марганца, объясняется более полным раскислением стали, за счет повышенного содержания в заявлении сплаве кремния и алюминия, а также присутствия кальция, бария и титана. Содержание кислорода в опытной стали, обработанной сплавами № 5-9, снизилось в 1,4-1,8 раза до значений 0,002-0,0026 %, чем в стали, обработанной сплавом (прототипом) 0,003-0,0036 % соответственно.

Для оценки качества и механических свойств полученного металла определяли количество неметаллических включений по ГОСТ 1778-70. Неметаллические включения при раскислении заявлением сплавом были более мелкими и глобуллярной формы с отсутствием строчечных включений глинозема и скоплений оксидов, чем при использовании сплава (прототипа). Это обеспечивается благодаря кальцию и барию в составе сплава, которые проявляют кроме десульфурирующей и дефосфорирующей способностей также и модифицирующие свойства аналогичные поверхностно-активным веществам, что проявляется в коагуляции оксидов в легкоплавкие комплексы, легко удаляемые из объема стали. Содержание остаточных оксидных НВ снизилось до 0,007-0,0075 % по сравнению с раскислением известным сплавом (прототипом), при

раскислении которым количество оксидных включений составило 0,0084-0,0097 %. Микролегирование ванадием и титаном в заявляемом сплаве позволили одновременно увеличить ударную вязкость, пластичность и твердость опытной стали. Ударная вязкость при (-40°C) повысилась до 0,92-0,94 МДж/м против 0,82-0,88 МДж/м, предел текучести ( $\sigma_y$ ) - 490- 510 МПа, относительное удлинение ( $\sigma_5$ ) 35-37 %, временное сопротивление ( $\sigma_b$ ) -610-629 МПа. Полученное соотношение компонентов в заявляемом сплаве соответствует оптимуму и позволяет применять его для раскисления и легирования полуспокойных и низколегированных марок сталей, обеспечивая равномерное образование легкоплавких комплексных НВ легко удаляемых из объема стали, а остаточные НВ преобразуя в тонкодисперсные и оптимальной глобуллярной формы.

Принятые пределы соотношения компонентов в сплаве являются рациональными. В частности, уменьшение концентрации кальция, бария, ванадия и титана ниже определенного предела в сплаве не обеспечивает при обработке стали желаемого эффекта раскисления, легирования и модифицирования остаточных НВ. Так обработка стали сплавом, полученной при плавке № 3 с пониженным содержанием кремния, кальция и бария, несмотря на повышенное содержание алюминия и титана недостаточно раскисляет сталь, содержит повышенное количество строчечных включений глинозема и оксидных НВ, а механические свойства на уровне стали обработанной сплавом (прототипом). В то же время превышение допустимых пределов концентрации этих элементов нецелесообразно вследствие того, что увеличивается удельный расход электроэнергии при получении заявляемого сплава, а положительные свойства от применения ненамного отличаются от удаляемых пределов по составу.

Таким образом, предлагаемое изобретение по сравнению с прототипом за счет дополнительного содержания в сплаве бария, ванадия и титана позволяет:

- проводить более глубокое раскисление стали;
- значительно снизить содержание неметаллических включений;
- модифицировать остаточные неметаллические включения в благоприятные комплексы с их равномерным распределением в объеме стали;
- повысить степень извлечения марганца в сталь;
- повысить ударную вязкость стали.

Кроме того, экономическая целесообразность выплавки сплава, заключается в применении дешевых высокозольных углистых пород, исключение применения дорогостоящего кокса.

Результаты проведенных опытных плавок стали марки 17ГС, 15ГЮТ показали высокую эффективность заявляемого сплава.

Таблица 1 - Технический состав и химические составы золы угля и кокса

Материал	C <sub>tb</sub> , %	Зольность	Влажность	Летучие в-ва, на сухую массу	Химический состав, %					
					A <sup>c</sup> , %	W <sup>c</sup> , %	V <sup>c</sup> , %	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Зола угля	13,02	82,5	1,2	4,48	58,6	10,2	22,0	2,25	1,5	0,2
Кокс	62,0	31,0	0,41	7,0	60,02	8,0	22,7	2,6	1,65	0,99

Таблица 2 - Технический анализ углистой породы и угля

Материал	Содержание, %				
	A <sup>c</sup>	V <sup>c</sup>	W <sup>c</sup>	C <sub>tb</sub>	S
Углистая порода	57,6-59,8	16,0	4,0	20,0-22,4	0,05
Уголь	4,0	40,1	10,7	55,9	0,36

Таблица 3 - Химический анализ шихтовых материалов

Материал	Содержание, %									
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Mg	TiO <sub>2</sub>	BaO	V	S	P
Углистая порода	57,6	34,2	5,72	0,7	0,4	1,2	—	—	0,05	0,015
Уголь	53,5	27,1	8,35	6,19	3,89	—	—	—	—	0,012
Ванадийсодержащий кварцит	94,3	1,1	1,2	0,4	0,3	—	—	0,8	—	0,15
Баритовая руда	35,7	1,0	1,2	2,0	—	—	44,0	—	8,57	0,02
Ильменитовый концентрат	7,4	3,4	16,8	2,2	1,7	59,7	—	3,0	0,01	0,015
Известь	0,2	0,3	1,5	92,0	5,95	—	—	—	0,02	0,03

Таблица 4-Технико-экономические показатели процесса выплавки, раскисления и легирования стали

№ плавки	Выплавка сплава								Обработка стали					
	Химический состав сплава, %								Уд .расход	Сод-е в стали, %	Степень	Количество	Ударная	
	Si	Al	Ca	Ba	V	Ti	C	Fe	эл/энергии, МВт·ч/т	Mn	O	извлечения Mn,%	оксидов, %	вязкость, a <sub>п</sub> (-40°C), МДж/м <sup>2</sup>
По прототипу														
1	45	15	1,0	—	—	—	0,10	38,8	11,0	1,12	0,0036	95,7	0,0097	0,82
2	55	30	3,0	—	—	—	0,8	10,9	11,6	1,11	0,003	98,3	0,0084	0,88
По заявляемому														
3	43,5	26,2	0,5	0,2	0,2	11,0	1,35	ост.	12,2	0,09	0,0045	88,5	0,0098	0,84
4	42,1	6,5	11,0	11,2	5,4	2,1	1,2	ост.	12,8	0,78	0,0039	94,0	0,0095	0,85
5	52,5	17,1	1,7	4,3	2,6	7,4	0,15	ост.	10,2	1,31	0,0024	98,5	0,0072	0,93
6	55,0	16,2	10,0	1,0	4,7	2,2	0,11	ост.	10,4	1,29	0,0022	98,7	0,0070	0,94
7	63,0	10,0	1,0	2,55	5,0	10,0	0,1	ост.	10,1	1,30	0,0023	98,8	0,0072	0,92
8	50,0	22,0	3,0	10,0	0,3	2,3	0,31	ост.	10,0	1,35	0,0020	98,6	0,0072	0,94
9	45,0	25,0	5,4	4,3	4,4	1,0	1,0	ост.	10,9	1,38	0,0026	98,5	0,0075	0,94
10	64,1	6,7	0,7	0,32	0,27	4,37	0,07	ост.	12,4	0,75	0,0037	85,0	0,0091	0,69
11	66,2	9,2	0,1	1,5	0,25	0,16	0,08	ост.	13,0	0,72	0,0058	82,4	0,0098	0,86

**Формула изобретения**

Сплав для раскисления и легирования стали, содержащий алюминий, кремний, кальций, углерод и железо, отличающийся тем, что дополнительно содержит в своем составе барий, ванадий и титан при следующем соотношении компонентов, мас. %:

- кремний	45,0 - 63,0
-	10,0-25,0
алюминий	
- кальций	1,0 - 10,0
- барий	1,0-10,0
- ванадий	0,3 - 5,0
- титан	1,0 - 10,0
- углерод	0,1 - 1,0
- железо	остальное.

Выпущено отделом подготовки материалов

---

Государственная служба ИС КР, 720021, г. Бишкек, ул. Московская, 62, тел.: (312) 68 08 19, 68 16 41; факс: (312) 68 17 03