



Государственный комитет  
СССР  
по делам изобретений  
и открытий

# О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 12.03.81 (21) 3251002/22-02

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

Опубликовано 15.12.82. Бюллетень № 46

Дата опубликования описания 15.12.82

(11) 981379

(51) М. Кл.<sup>3</sup>

С 21 С 5/52

(53) УДК 669.187.  
..25(088.8)

(72) Авторы  
изобретения

В.И. Довгопол, Д.Н. Худокормов, С.Н. Леках,  
Ю.П. Белый, А.М. Скребцов, В.Ф. Дурандин,  
А.А. Филиппенков, Ф.С. Раковский и О.А. Белый

(71) Заявители

Белорусский политехнический институт, Уральский  
научно-исследовательский институт черных металлов  
и Чебоксарский завод промышленных тракторов

(54) СПОСОБ ВЫПЛАВКИ НИЗКОЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ

1

2

Изобретение относится к черной металлургии, конкретнее к способам выплавки низколегированных сталей в дуговых электросталеплавильных печах.

Известен способ выплавки стали, при котором легирование стали ванадием осуществляется путем восстановления ванадия из его окислов, находящихся в шлаке, с помощью углерода, кремния или других восстановителей [1].

Основными недостатками данного способа являются ограниченность ресурсов ванадиевого шлака, высокая стоимость легирования, большие сквозные потери ванадия от руды до отливки, недостаточно высокие механические свойства стали.

Наиболее близким к изобретению по технической сущности и достигаемому результату является способ выплавки низколегированной ванадийсодержащей стали, при котором плавление стального лома и ванадийсодержащих металлизированных окатышей в смеси с углеродосодержащими материалами (коксом, графитом, карбидом кальция) в соотношении 1:(0,02-0,1) и процесс ведут без скачивания шлака. Применение в качестве носителя ванадия металлизированных окатышей позволя-

ет повысить за счет чистоты расплава по вредным примесям механические свойства, увеличить извлечение ванадия в отливки по сравнению с использованием шлака и других полупродуктов [2].

Недостатками известного способа выплавки стали являются повышенная продолжительность плавки, обусловленная необходимостью ручной загрузки углеродосодержащих компонентов, проведения окислительного и восстановительного периодов для регулирования содержания углерода в стали и более полного восстановления ванадия из шлака. В процессе плавки наблюдается значительное выделение шума, ухудшающее условия труда сталеваров.

Цель изобретения - повышение производительности печи и снижение уровня шума при плавке.

Поставленная цель достигается тем, что согласно способу выплавки низколегированной стали, включающему плавление стального лома и металлизированных окатышей, легирование металла и его раскисление, легирование производят в два приема путем завалки в печь смеси низколегированного собственного возврата и ванадийсодержащих металлизированных науглероженных офлю-

5

10

15

20

25

30

сованных окатышей в соотношении 10:(2-30) в количестве 10-60 вес. % металлозавалки, а остальной ванадий вводят после проплавления колодцев электродами в период плавления в виде ванадийсодержащих металлизированных науглероженных офлюсованных окатышей со скоростью 1-20 кг окатышей на тонну металлозавалки в минуту.

Введение части ванадия в виде смеси низколегированного собственного возврата и ванадийсодержащих металлизированных науглероженных офлюсованных окатышей позволяет повысить плотность загрузки дуговой печи, создать легкоподвижный шлак, способствующий плавлению остальной шихты. Наличие углерода в окатышах способствует частичному довосстановлению окислов железа и ванадия, содержащихся в исходном губчатом железе. Ввиду офлюсованности окатышей (отношение кислых окислов к основным характеризуется величиной 0,5-1,5) снижается температура их плавления, ускоряются восстановительные процессы при плавке. Соотношение компонентов в смеси 10:(2-30), а также величина добавки в шихту (10-60 вес. %) определяется выходом годного литья (обычно 40-70 вес. % жидкого металла), содержанием ванадия в металлизированных окатышах (в среднем 0,4-0,8% ванадия), требуемым химическим составом стали и усвоением ванадия металлом. После проплавления колодцев электродами производится непрерывная загрузка оставшегося ванадия в виде ванадийсодержащих металлизированных науглероженных офлюсованных окатышей. Непрерывная загрузка может производиться автоматически через дополнительное отверстие в своде либо любым другим методом. Попадая в печь, металлизированная шихта быстро плавится, при этом образуется окись углерода, способствующая перемешиванию и рафинированию расплава. Путем изменения скорости подачи окатышей от 1 до 20 кг/1 т металлозавалки в минуту легко регулировать скорость кипения расплава и конечный состав по углероду. Тем самым после расплавления и перегрева можно получить рафинированный расплав с заданным содержанием углерода, что позволяет частично сократить либо исключить восстановительный период и КИП. Непрерывная подача металлизированных окатышей способствует образованию легкоподвижного шлака в колодцах под электродами. При этом наблюдается более стабильное горение электрических дуг, резко падают колебания потребляемой печью мощности, снижается уровень шума. Горение дуги в значительной степени по расплавлению шихты происходит в слое шлака, что увеличивает

КПД печи, снижает излучение на свод. Для осуществления предложенного способа рекомендуются окатыши, содержащие, %: Fe 70-85; FeO 5-10;  $V_2O_5$  0,6-1,0; C 1,5-3, отношение  $SiO_2/CaO$  0,8-1,0; S и P менее 0,01. Данные металлизированные окатыши могут быть получены восстановлением в шахтных печах природнолегированных руд Качканарского месторождения. Степень офлюсованности регулируется добавкой в рудный концентрат известняка.

Применение чистой по примесям природнолегированной металлизированной шихты позволяет повысить свойства стали, снизить потери ванадия от руды до отливки.

Доля вводимых в шихту ванадийсодержащих окатышей при выплавке углеродистых сталей для отливок определяется потребной концентрацией ванадия в стали, количеством собственного возврата и коэффициентом усвоения ванадия из шихты. Как правило, величина добавки окатышей составляет от 30 до 50 вес. % металлозавалки. Экспериментально установлено, что в поры сталеного лома может входить до 15-20% окатышей. При этом резко увеличивается плотность загрузки шихты. Ввод в шихту части науглероженных офлюсованных окатышей позволяет совместить периоды плавания и кипения металла. Все это способствует сокращению длительности плавки. Если вводить все металлизированные окатыши сразу в металлозавалку, то при этом возможно образование так называемых ложных подов, т.е. под слоем расплава может находиться густой шлак, экранирующий нерасплавившиеся окатыши, лежащие непосредственно на поду. Расплавление такого конгломерата идет медленно, что увеличивает длительность плавки. Поэтому целесообразно производить ввод ванадийсодержащих окатышей (т.е. производить легирование ванадием) в два приема.

Вначале в виде смеси окатышей с собственным низколегированным возвратом и затем остальной ванадий вводят в виде природнолегированных окатышей после проплавления колодцев и образования жидкой ванны. Скорость ввода 1-20 кг/1 т металлозавалки в минуту определяется из необходимости сочетания скорости ввода и скорости плавления окатышей в шлаке. При этом оптимальным вариантом является, с одной стороны, отсутствие накопления нерасплавившихся окатышей в шлаке более (20 кг/1 т в минуту), с другой - чрезмерно медленная подача (менее 1 кг/1 т в минуту), при которой предыдущие порции уже расплавились, а последующие не поступили. Данные соотношения отрабатываются экспери-

ментально на дуговых печах емкостью от 3 до 12 т.

Соотношение доли низколегированного возврата и ванадиевых окатышей в смеси определяется из условий доли собственного возврата в шихте (от 5 до 40%) и количества вводимых в металлозавалку окатышей 5-20%. Данное количество компонентов смеси обеспечивает их соотношение в пределах 10:(2-30). Количество смеси определяется потребным уровнем содержания ванадия в стали (0,08-0,15%), окатышах (0,3-0,5%) и низколегированном возврате (0,08-0,15%), а также усвоением ванадия из шихты (до 85-90%). С учетом данных соотношений величина добавки смеси составляет от 10 до 60 вес.% металлозавалки.

Двухстадийная технология плавки стали с использованием ванадийсодержащих офлюсованных науглероженных окатышей позволяет использовать их с максимальной эффективностью.

Пример. Для осуществления способа проводится плавка стали 45ФЛ в электрической дуговой печи с кислой футеровкой емкостью 6т. По известному способу выплавка производится путем загрузки в печь стального лома и 30% ванадийсодержащих

окатышей ( $C < 1,0\%$ ) в смеси с 0,6% коксика (соотношение окатышей к коксику 1:0,02). По предлагаемому способу выплавку той же стали производят путем загрузки стального лома и смеси 30% собственного низколегированного возврата с 15% ванадийсодержащих металлизированных науглероженных офлюсованных окатышей ( $C 2,0\%$ ,  $SiO_2/CaO 0,9-1,0$ ).

Соотношение данных компонентов в смеси составляет 10:5. Включают печь и после прорезания колодцев электродами осуществляют непрерывную подачу в печь 15% ванадийсодержащих металлизированных науглероженных офлюсованных окатышей со скоростью 1,5 и 20 кг/1т металлозавалки в минуту. Скоростью подачи металлизированной науглероженной шихты можно регулировать окончательный химический состав стали. Усвоение ванадия при плавке по известному способу составляет 70-80%, по предлагаемому - 81-85% (таблица).

Как видно из таблицы, применение предлагаемого способа обеспечивает повышение производительности дуговой печи. При этом облегчаются условия труда сталеваров.

Способ выплавки	Средняя продолжительность плавки, мин			Производительность, т/ч
	Расплавление, включая загрузку шихты	Доводка, включая КИП	Общая	
Известный	80	60	140	2,6
Предлагаемый	60-70	40-50	100-120	3,0-3,5

#### Формула изобретения

Способ выплавки низколегированной стали, включающий плавление стального лома и металлизированных окатышей, легирование металла и его раскисление, отличающийся тем, что, с целью повышения производительности печи и снижения уровня шума при плавке, легирование производят в два приема путем завалки в печь смеси низколегированного собственного возврата и ванадийсодержащих металлизированных науглероженных офлюсованных окатышей в соотношении 10:(2-30)

45 в количестве 10-60 вес.% металлозавалки, а остальной ванадий вводят после проплавления колодцев электродами в период плавления в виде ванадийсодержащих металлизированных науглероженных офлюсованных окатышей со скоростью 1-20 кг окатышей на тонну металлозавалки в минуту.

50 Источники информации, принятые во внимание при экспертизе  
 55 1. Авторское свидетельство СССР № 285822, кл. С 22 С 5/52, 1963.  
 2. Авторское свидетельство СССР по заявке № 2642575/22-02, кл. С 21 С 5/52, 1978.