



Государственный комитет  
СССР  
по делам изобретений  
и открытий

# О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 836125

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 26.11.79 (21) 2838502/22-02

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

Опубликовано 07.06.81. Бюллетень № 21

Дата опубликования описания 09.06.81

(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. Белья,  
А. А. Филиппенков, В. И. Харитонович, В. Ф. Равин,  
Н. А. Фонштейн, И. Ф. Цедрик, О. А. Белый и И. А. Русаков

(71) Заявители

Белорусский ордена Трудового Красного Знамени политехнический институт, Уральский научно-исследовательский институт черных металлов и Минский тракторный завод имени В. И. Ленина

(54) СПОСОБ ВЫПЛАВКИ ВАНАДИЙСОДЕРЖАЩЕЙ СТАЛИ

Изобретение относится к области литейного производства, а именно к способам выплавки высококачественных ванадийсодержащих углеродистых сталей в кислых электродуговых печах.

Широко известны способы выплавки ванадийсодержащих сталей с использованием процесса восстановления ванадия из шлаков [1] и [2]. В процессе плавки ванадий частично восстанавливается из пятиоксида с помощью углерода, кремния, марганца и переходит из шлака в металл.

Недостатками указанных способов являются ограниченность ресурсов ванадиевого шлака и высокая стоимость легирующей добавки. Применение немагнитного шлака увеличивает трудоемкость процесса плавки, поскольку его загрузка в печь трудно поддается механизации и производится, как правило, вручную.

Наиболее близким к предлагаемому способу по технической сущности является способ выплавки ванадийсодержащей стали с применением менее дефицитного

материала - ванадийсодержащей магнитной шлакометаллической фракции (МШФ) конвертерного шлака, вводимой в период завалки совместно с известняком в соотношении 10:(0,02-1,1) после завалки на подину печи 20-60% остальной шихты.

МШФ, извлекаемая магнитной сепарацией из ванадиевого шлака при его переработке в пятиокись ванадия, представляет собой сыпучий магнитный материал, состоящий из корольков чугуна размером 0,5-50 мм и прилипшего к ним шлака следующего состава, %:  $V_2O_5$  20;  $SiO_2$  14;  $MnO$  11;  $TiO_2$  5;  $Cr_2O_3$  4;  $Fe_{общ}$  33 и  $CaO$ ,  $Al_2O_3$  и  $MgO$  по 1-2. Металлическая часть этого конгломерата составляет 50-90% и содержит около 3% углерода, 0,03-0,08% ванадия. В целом МШФ содержит от 2 до 5% ванадия, стоимость которого в ней в 1,2-2,0 раза ниже, чем в ванадиевом конвертерном шлаке и феррованадии. При использовании известного способа плавки стали восстановление ванадия осуществляется так же,

как и из ванадиевого шлака при одновременном снижении стоимости легирования [3].

Недостатками известного способа являются повышенный расход ферросплавов кремния и марганца на восстановление ванадия, а также недостаточно высокие физико-механические свойства отливок, особенно их пластические характеристики.

Целью изобретения является сокращение расхода ферросплавов и повышение физико-механических свойств стали.

Это достигается тем, что 70-95% ванадия вводят в период завалки в печь в виде смеси ванадийсодержащей МШФ с известняком в соотношении 10:(0,5-5,0) в количестве 2-7% от веса металлозавалки, а 5-30% ванадия вводят в ковш при выпуске стали в виде раскисляющей смеси ванадийсодержащей МШФ с известняком, алюминием и силикокальцием в соотношении 10:(1,0-5,0):(0,1-2,0):(0,1-2,0).

Применение способа выплавки низколегированных ванадийсодержащих сталей позволяет за счет введения части ванадия непосредственно в ковш в смеси МШФ с известняком, алюминием и силикокальцием сократить расход ферросилиция и ферромарганца на проведение восстановительного периода, а также повысить физико-механические свойства стали ввиду комплексного раскисляющего и модифицирующего действия ванадия, алюминия, кремния и кальция. Эффект модифицирующего действия элементов на свойства стали превосходит эффект микролегирования той же по величине добавки элемента. Поэтому наблюдается разница в свойствах стали в зависимости от того, в какой период введена добавка: при плавке или непосредственно перед разливкой.

Введение МШФ в печь в виде смеси с известняком позволяет активизировать процесс перехода ванадия из пятиоксида в металл. Нижний предел отношения (10:0,5) определен экспериментально, исходя из условия усвоения ванадия металлом, а верхний предел (10:5,0) определяется фактором разведения кислой футеровки. Добавка вводимой в печь смеси в количестве 2-7% от веса металлозавалки установлена, исходя из среднего содержания ванадия в МШФ, усвоения ванадия металлом и содержания ванадия в готовой стали.

Нижний предел ванадия, вводимого в ковш (5% от общего его количества), установлен экспериментально, исходя из не-

обходимости повышения свойств стали и снижения расхода ферросплавов кремния и марганца на восстановление его в электродуговой печи. Верхний предел (30%) определяется сложностью введения в ковш больших количеств твердых добавок и снижением при этом усвоения ванадия готовой сталью.

Введение 5-30% ванадия в ковш в виде смеси МШФ с известняком, алюминием и силикокальцием позволяет полностью восстановить ванадий из пятиоксида, оказывает благотворное модифицирующее влияние на кристаллизацию стали (измельчение зерна), производя глубокое раскисление и рафинирование расплава от окислов сульфидов и нитридов. Комплексное раскисление и модифицирование ванадием, алюминием и кальцием приводит к повышению физико-механических, особенно пластических, свойств стали. Соотношение компонентов в смеси МШФ, известняка, алюминия и силикокальция 10:(1,0-5,0):(0,1-2,0):(0,1-2,0) установлено, исходя из необходимости получения жидкоподвижного шлака, а также оптимальной величины вводимых раскисляющих добавок.

**Пример.** В 5-тонной электродуговой печи с кислой футеровкой выплавляли сталь 45ФЛ по известной технологии и предлагаемым способом. По известной технологии в печь загружали всю МШФ, содержащую 2% ванадия, в количестве 5% от веса металлозавалки в смеси с известняком (в соотношении 10:1), проводили расплавление, окислительный и восстановительный периоды путем введения ферромарганца и ферросилиция.

По предлагаемому способу плавку вели следующим образом. В печь вводили 80% ванадия в виде смеси МШФ с известняком в соотношении 10:1. Количество смеси составляло 4,4% от веса металлозавалки. Проводили расплавление шихты, окислительный и восстановительный периоды. При выпуске стали в ковш вводили 20% ванадия в виде смеси МШФ с известняком, алюминием и силикокальцием в соотношении 10:1:1:1. Расход электроэнергии и продолжительность плавки в обоих случаях оставались одинаковыми. Усвоение ванадия в первом случае составляло 88, во втором - 91%. В таблице представлены механические свойства сталей, полученных известным и предлагаемым способами.

Способ	Расход, %		$\sigma_{\text{в}}, 2$ кг/мм	$\sigma_{\text{т}}, 2$ кг/мм	$\delta, \%$	$\sigma_{\text{к}}, 2$ кг.м/см
	ферросили- ция	ферромар- ганца				
Известный (прототип)	100	100	72	45	16	3,2
Предлагаемый	90	85	75	48	18	4,5

Как видно из таблицы, применение предлагаемого способа позволяет сократить расход ферросплавов при выплавке ванадийсодержащей стали и существенно повысить ее физико-механические свойства.

#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Способ выплавки ванадийсодержащей стали в сталеплавильных печах, включающий завалку шихты, расплавление, проведение окислительного и восстановительного периодов, раскисление и введение ванадия в виде ванадийсодержащей магнитной шлакометаллической фракции, отличающийся тем, что, с целью сокращения расхода ферросплавов и повышения физико-механических свойств стали, 70-95% ванадия вводят в период завалки в

печь в виде смеси ванадийсодержащей магнитной шлакометаллической фракции с известняком в соотношении 10:(0,5-5,0) в количестве 2-7% от веса металлозавалки, а 5-30% ванадия вводят в ковш при выпуске стали в виде раскисляющей смеси ванадийсодержащей магнитной шлакометаллической фракции с известняком, алюминием и силикокальцием в соотношении 10:(0,5-5,0):(0,1-2,0):(0,1-2,0).

Источники информации,  
принятые во внимание при экспертизе

1. Авторское свидетельство СССР № 285822, кл. С 21 С 5/52, 1970.
2. Авторское свидетельство СССР № 358374, кл. С 21 С 5/52, 1972.
3. Авторское свидетельство СССР по заявке № 2534844/22-02, кл. С 21 С 5/52, 1978.

Составитель Л. Магдюмова

Редактор Т. Юрчикова Техред М. Коштура Корректор С. Шекмар

Заказ 2836/12

Тираж 618

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР

по делам изобретений и открытий

119035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4