



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 105 072** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) МПК⁶ **C 21 C 5/28**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 97106316/02, 25.04.1997

(46) Дата публикации: 20.02.1998

(56) Ссылки: 1. SU, авторское свидетельство 602557, кл. С 21 С 5/28, 1978. 2. SU, авторское свидетельство 539081, кл. С 21 С 7/06, 1976. Технологическая инструкция ТИ102-СТ КК-66-95. Производство ванадиевого шлака и стали в конвертере. - 1995.

(71) Заявитель:

Александров Борис Леонидович

(72) Изобретатель: Александров Б.Л., Аршанский М.и., Комратов Ю.С., Криночкин Э.В., Кузовков А.Я., Петренев В.В., Чернушевич А.В.

(73) Патентообладатель:

Петренев Владимир Вениаминович

(54) СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА ПРИРОДНО-ЛЕГИРОВАННОЙ ВАНАДИЕМ СТАЛИ ПРИ ПЕРЕДЕЛЕ ВАНАДИЕВОГО ЧУГУНА В КИСЛОРОДНЫХ КОНВЕРТЕРАХ МОНОПРОЦЕССОМ С РАСХОДОМ МЕТАЛЛОЛОМА ДО 30%

(57) Реферат:

Изобретение относится к черной металлургии, в частности к способу производства природно-легирующей ванадием стали при переделе ванадиевого чугуна в кислородных конвертерах монопроцессом с расходом металлолома до 30%. Способ включает завалку охладителей, заливку ванадийсодержащего чугуна, зажигание и продувку плавки кислородом, порционную присадку шлакообразующих, выпуск металла в ковш, его раскисление, науглероживание и доводку металла. В качестве охладителей используют металлический лом и/или металлоотходы. Шлакообразующие материалы присаживают по ходу продувки после зажигания плавки порциями массой, обеспечивающей оптимальную скорость нагрева металла и шлакообразования. Металл продувают до содержания углерода менее 0,07 мас.%. Науглероживание металла осуществляют жидким ванадиевым чугуном, количество которого определяют по содержанию углерода в готовой стали и рассчитывают по формуле $V \cdot (C_{ст}/C_{чуг})$, где V - масса жидкой стали, т; $C_{ст}$ - содержание углерода в заданной марке стали, мас.%; $C_{чуг}$ - содержание углерода в чугуне, мас. %. Для

предотвращения выбросов из ковша в ванадиевый чугун, предназначенный для науглероживания, раскисления и легирования металла, можно вводить 20-50% требуемых на плавку сильных раскислителей. Для оптимизации теплового баланса плавки металлолом и/или металлоотходы дополнительно подогревают подачей углеродсодержащего топлива на металлолом и/или металлоотходы и сжиганием его кислородом. В качестве углеродсодержащего топлива используют кокс, каменные угли, бой угольных футеровок и электродов, нефть, мазут, природный газ. Доводку металла осуществляют на установке "печь-ковш". Использование предлагаемой технологии позволяет перерабатывать ванадиевые чугуны в кислородных конвертерах моно-процессом с использованием металлолома и/или металлоотходов до 30%. При этом достигается сокращение продолжительности плавки, расширение сортамента выплавляемых сталей, снижение расхода флюсов и ферросплавов, получение природно-легирующей стали, содержащей ванадий 0,05-0,15 мас.%, с гарантированным уровнем механических свойств и увеличение производительности комплекса в целом. 8 з.п.ф-лы, 1 табл.

RU 2 105 072 C1

RU 2 105 072 C1



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 105 072** ⁽¹³⁾ **C1**
 (51) Int. Cl.⁶ **C 21 C 5/28**

RUSSIAN AGENCY
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 97106316/02, 25.04.1997

(46) Date of publication: 20.02.1998

(71) Applicant:
Aleksandrov Boris Leonidovich

(72) Inventor: **Aleksandrov B.L.,
 Arshanskij M.i., Komratov Ju.S., Krinochkin
 Eh.V., Kuzovkov A.Ja., Petrenev
 V.V., Chernushevich A.V.**

(73) Proprietor:
Petrenev Vladimir Veniaminovich

(54) **METHOD FOR PRODUCTION OF STEEL NATURALLY ALLOYED WITH VANADIUM IN CONVERSION OF VANADIUM IRON IN OXYGEN STEEL-MAKING CONVERTERS BY MONOPROCESS WITH SCRAP CONSUMPTION UP TO 30%**

(57) Abstract:

FIELD: ferrous metallurgy. SUBSTANCE: method includes charging of coolants, pouring of vanadium-containing iron, ignition and blowing the melt with oxygen, portion addition of slag-forming materials, metal tapping into ladle, metal deoxidation, recarbonization and metal refining. Coolants are used in the form of metal scrap and/or metal wastes. Slag-forming materials are added in the course of blowing after ignition of melt by portions with weight ensuring optimal metal heating and slag formation. Metal is blown up to carbon content less than 0.07 wt.-%. Recarbonization of metal is effected with liquid vanadium iron whose amount is determined by carbon content in finished steel and calculated by formula $Q = Vx(Cst/Ci)$, where Vx is liquid steel weight, t ; Cst is carbon content in the required grade of steel, wt.-%; Ci is carbon content in iron, wt.-%. To prevent ejection of metal from ladle, introduced into vanadium

intended for recarbonization, deoxidation and alloying may be 20-50% of strong deoxidizers required for heat. To optimize the heat balance, metal scrap and/or metal wastes are additionally heated by supplying carbon-containing fuel to scrap and/or metal wastes and its burning with oxygen. Carbon-containing fuel is used in the form of coke, bituminous coal, broken carbon lining and electrodes, oil, residual fuel oil, natural gas. Metal is refined on the FURNACE-LADLE unit. The method makes is possible to process vanadium iron in oxygen steel-making converters in monoprocess with use of scrap and/or metal wastes up to 30%. This results in reduction of heat duration, extended assortment of made steels, decreased consumption of flux and ferroalloys and production of naturally alloyed steel containing vanadium in the amount of 0.05-0.15 wt.-% with guaranteed level of mechanical properties and increased productivity of the complex as a whole. EFFECT: higher efficiency. 9 cl, 1 tbl

RU 2 105 072 C1

RU 2 105 072 C1

Изобретение относится к черной металлургии, в частности, к способу производства природно-легированной ванадием стали при переделе ванадиевого чугуна в кислородных конвертерах моно-процессом.

В настоящее время типовым способом переработки ванадиевых чугунов является дуплекс-процесс, который позволяет получить товарный ванадиевый шлак содержащий более 14,0% V_2O_5 , и металл-полупродукт, который перерабатывается на сталь, но сдерживает рост производства объема металла, что не соответствует требованиям экономики настоящего времени, так как доход от реализации ванадиевого шлака дуплекс-процесса существенно ниже, чем от реализации стали дополнительно, полученной монопроцессом.

Известен способ выплавки ванадийсодержащей стали в конвертере с кислой футеровки, заключающийся в том, что расплав, состоящий из 65-75% передельного чугуна и 25-30% ванадиевого чугуна, продувают до содержания углерода 0,08-0,15% и температуры 1600-1800°C, а науглероживание и раскисление металла ведут последовательным вводом твердого ванадиевого чугуна в количестве 20-25 кг/т и высокоуглеродистого ферромарганца в количестве 15-40 кг/т [1].

При реализации данного способа имеет место повышенный расход ферромарганца и перегрев металла-полупродукта для расплавления твердого ванадиевого чугуна, необходимого для науглероживания и раскисления металла, что приводит к повышению газонасыщенности металла и повышенному износу огнеупорной футеровки.

Известен способ выплавки углеродистой стали, по которому сталь раскисляют и микролегируют в ковше жидким ванадиевым чугуном, в котором предварительно растворяют 20-60% силикокальция и 10-90% ферромарганца, а остальное количество силикокальция и ферромарганца вводят в ковш под струю металла [2].

Однако этот способ имеет существенный недостаток, связанный с необходимостью получения заданного химического состава и температуры металла перед выпуском. Это вызывает необходимость дополнительных анализов и додувок, что приводит к увеличению длительности плавки.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату является способ производства ванадиевой стали при переделе ванадиевого чугуна в кислородных конвертерах моно-процессом, предусматривающий завалку охладителей, заливку ванадийсодержащего чугуна, зажигание и продувку плавки кислородом, порционную присадку шлакообразующих, выпуск металла в ковш, его раскисление, науглероживание и доводку металла на установке "печь-ковш" (технологическая инструкция ТИ 102-СТ КК-66-95 НТМК "Производство ванадиевого шлака и стали в конвертерах", 1995).

Этот способ имеет тот же недостаток, связанный с необходимостью получения заданного химического состава и температуры металла перед выпуском, что вызывает необходимость дополнительных анализов и додувок и приводит к увеличению

длительности плавки. Режим шлакообразования не учитывает особенности продувки ванадиевых чугунов в режиме моно-процесса при использовании металлолома и/или металлоотходов до 30%, особенно в начальный период плавки. Все это приводит к увеличению продолжительности плавки, затруднению увязки работы конвертеров и машин непрерывного литья заготовок и снижению производительности комплекса в целом. Кроме того, данный способ не позволяет получать природно-легированную ванадием сталь с содержанием ванадия более 0,05%.

Изобретение направлено на решение технической задачи - разработку способу производства природно-легированной ванадием стали при переделе ванадиевого чугуна в кислородных конвертерах моно-процессом с использованием металлолома и/или металлоотходов до 30% и повышение производительности конвертеров.

Технический результат, достигаемый при решении данной задачи - сокращение продолжительности плавки, расширение сортамента выплавляемых сталей, снижение расхода ферросплавов, получение природно-легированной стали с гарантированным уровнем механических свойств при снижении затрат на ее производство и увеличение производительности комплекса в целом.

Технический результат достигается тем, что в известном способе, включающем завалку охладителей, заливку ванадийсодержащего чугуна, зажигание и продувку плавки кислородом, порционную присадку шлакообразующих, выпуск металла в ковш, его науглероживание, раскисление, легирование и доводку, по изобретению в качестве охладителей используют металлический лом и/или металлоотходы, а шлакообразующие материалы присаживают по ходу продувки после зажигания плавки порциями, обеспечивающими оптимальную скорость шлакообразования и нагрева металла, при этом металл продувают до содержания углерода менее 0,07%, науглероживание, раскисление и легирование металла осуществляют жидким ванадиевым чугуном, количество которого определяют по содержанию углерода в готовой стали и рассчитывают по формуле

$$Q = V \cdot (C_{ст} / C_{чуг})$$

где V - масса жидкой стали, т;

$C_{ст}$ - содержание углерода в заданной марке стали, мас.%;

$C_{чуг}$ - содержание углерода в чугуне, мас.%.
50

Для оптимизации теплового баланса плавки металлом и/или металлоотходы подогревают. Подогрев можно осуществлять подачей углеродсодержащего топлива на металлолом и/или металлоотходы при сжигании его кислородом. В качестве углеродсодержащего топлива можно использовать кокс, каменные угли, бой угольных футеровок и электродов, нефть, мазут и природный газ. По изобретению часть металлоотходов можно присаживать по ходу продувки плавки.
55

После выпуска металла часть шлака оставляют в конвертере.

В ванадиевый чугун, предназначенный для науглероживания, раскисления и легирования
60

металла, можно вводить 20-50% требуемых на плавку сильных раскислителей.

По изобретению предполагается при науглероживании, раскислении и легировании металла жидким ванадиевым чугуном получают массовую долю ванадия в готовой стали в интервале 0,05-0,15%.

Доводку металла можно производить на установке "печь-ковш".

При переделе ванадиевого чугуна в кислородных конвертерах моно-процессом с использованием металлолома и/или металлоотходов до 30% из-за низкого содержания кремния (не более 0,35%) характеризуется низкотемпературным началом плавки.

Изобретение основано на оптимизации теплового баланса конвертерной плавки при переработке ванадиевых чугунов монопроцессом, получении стабильного по химическому составу металла, его науглероживании, раскислении и легировании с получением ванадия в готовой стали в интервале 0,05-0,15 мас. %.

По изобретению в качестве охладителей используют металлический лом и/или металлоотходы (отмагниченная часть отходов металлургического производства) и предусмотрен их подогрев, в случае, если охлаждающий эффект превышает наличие химического и/или физического тепла заливаемого чугуна, необходимого для нормального режима плавки. Подогрев осуществляют подачей углеродсодержащего топлива на металлолом и/или металлоотходы и сжигают его кислородом. В качестве углеродсодержащего топлива можно использовать кокс, каменные угли, бой угольных футеровок и электродов, нефть, мазут, природный газ. Металлоотходы можно присаживать по тракту сыпучих материалов по ходу продувки плавки.

Шлакообразующие материалы присаживают по ходу продувки после зажигания плавки порциями, обеспечивающими оптимальную скорость шлакообразования и нагрев металла, при этом металл продувают до содержания углерода менее 0,07 мас. %.

Выпуск металла из конвертера производится без отбора проб и замера температуры для сокращения потерь агрегатного времени. При этом часть шлака оставляют в конвертере для сокращения расхода шлакообразующих материалов и облегчения зажигания следующей плавки.

Такой ход ведения плавки позволяет за счет оптимизации теплового баланса ванны, исключения додувок и промежуточных повалок получать необходимую температуру при содержании углерода в металле менее 0,07 мас. %. Содержание углерода менее 0,07 мас. % характеризует состояние металла в кислородно-конвертерной ванне как близкое к термодинамическому равновесию. Кроме того, при решении вопросов эффективного науглероживания такой металл позволяет получать широкий сортамент сталей.

В отличие от известного способа, где науглероживание осуществляется подачей в металл коксовой мелочи по ходу выпуска плавки, позволяющей повысить содержание углерода в металле на 0,1 мас. %, по изобретению предусмотрено науглероживать металл путем смешения его с ванадиевым

чугуном, при этом количество ванадиевого чугуна определяют по содержанию углерода в готовой стали и рассчитывают по формуле:

$$Q = V \cdot (C_{ст} / C_{чуг})$$

где V - масса жидкой стали, т;

$C_{ст}$ - содержание углерода в заданной марке стали, мас. %;

$C_{чуг}$ - содержание углерода в чугуне, мас. %.

Это позволяет получать требуемое содержание углерода в металле согласно заказанным маркам сталей, в том числе средне и высокоуглеродистых, с получением ванадия в готовой стали в интервале 0,05-0,15 мас. %.

В ванадиевый чугун, предназначенный для науглероживания, раскисления и легирования металла, можно дополнительно ввести 20-50% требуемых на плавку сильных раскислителей (алюминий, силикокальций, ферросиликоалюминий и др.). При введении в ванадиевый чугун менее 20% раскислителей возможно вспенивание и выброс металла из ковша, при введении более 50% раскислителей возможно переохладение чугуна и неполное растворение ферросплавов.

Доводку металла до заданных параметров по температуре, химсоставу и структуре осуществляют на установке "печь-ковш".

Предложенный способ позволяет перерабатывать ванадиевые чугуны в кислородных конвертерах моно-процессом с использованием металлолома и/или металлоотходов до 30%, сократить продолжительность плавки, расширить сортамент выплавляемых сталей, снизить расход ферросплавов, получать природно-легированную ванадием сталь с гарантированным уровнем механических свойств при снижении затрат на ее производство, более гибко увязывать технологические процессы и осуществлять работу машин непрерывного литья заготовок в режиме "плавка на плавку" и увеличить производительность комплекса в целом.

Опыты проводились на металлургическом комплексе, оснащенном кислородными конвертерами емкостью 160 т и установками для внепечной обработки металла типа "печь-ковш".

Пример. В кислородных конвертерах провели 21 плавку с продувкой ванадиевого чугуна на сталь моно-процессом. Параметры плавки были следующими. В конвертер загружали 35-40 т металлолома и заливали 145-150 т ванадиевого чугуна следующего химсостава, мас. %: С 4,0-4,3; Si 0,30-0,35; Ti 0,20-0,25; V 0,40-0,45; Mn 0,30-0,35, P и S 0,05.

Продувку плавки производили кислородом через четырехсплоную фурму с интенсивностью 370-390 куб. м/мин в течение 25-27 мин. В начале продувки фурму устанавливали на высоте 2,0-2,5 м над уровнем спокойного металла и после продувки в течение 3-4 мин фурму опускали до 1,0-1,3 м. По ходу продувки по тракту сыпучих материалов присаживали известь, доломит, плавиковый шпат в количествах 35-37, 2,0-2,5, 0,3-0,6 кг/т чугуна соответственно. Присадку сыпучих материалов осуществляли порциями на 3, 5 и 8 мин. После окончания продувки производили выпуск металла из конвертера

без отбора проб и замера температуры, при этом 30-50% шлака оставляли в конвертере.

В сталеразливочном ковше получали металл-полупродукт с температурой 1610-1630°C, следующего химсостава, мас. %: С 0,05-0,07; Si - следы; Ti 0,005; V 0,005; Mn 0,03; P и S 0,025.

В разливочном пролете в ковш с металлом-полупродуктом доливали предназначенный для науглероживания, раскисления и легирования ванадиевый чугун следующего среднего химсостава, мас. %: С 4,3; Si 0,35; Ti 0,25; V 0,45; Mn 0,3; P и S 0,05 в количестве 10-20 т, в который дополнительно вводили 30-50% требуемых на плавку раскислителей (ферросилиция 250-300 кг, силикомарганца 500-700 кг).

После доводки металла на установке "печь-ковш" получали рельсовую, колесную и бандажную сталь с содержанием ванадия 0,06-0,09 мас.%. Выход жидкой стали составил 90-92%.

Получаемый шлак имел следующий состав, мас. %: FeO 20-24; CaO 44-46; SiO₂ слоями по 0,6 м, 12-15; V₂O₅ 7-9; TiO₂ 3-5; MnO 3-5; Al₂O₃ 1-2; P 0,5-0,6.

В этот же период проведены плавки по технологии прототипа. Сравнительные усредненные показатели плавков приведены в таблице.

Использование предлагаемой технологии по сравнению с известной позволяет перерабатывать ванадиевые чугуны в кислородных конвертерах моно-процессом с использованием металлолома и/или металлоотходов до 30%. При этом достигается сокращение продолжительности плавки, расширение сортамента выплавляемых сталей, снижение расхода флюсов и ферросплавов, получение природно-легированной стали, содержащей ванадий 0,05-0,15 мас.%, с гарантированным уровнем механических свойств и увеличение производительности комплекса в целом.

Формула изобретения:

1. Способ производства природно-легированной ванадием стали при переделе ванадиевого чугуна в кислородных конвертерах монопроцессом с расходом металлолома до 30% включающий завалку охладителей, заливку ванадийсодержащего чугуна, зажигание и продувку плавки кислородом, порционную присадку шлакообразующих, выпуск металла в ковш,

его науглероживание, раскисление, легирование и доводку, отличающийся тем, что в качестве охладителей используют металлический лом и/или металлоотходы, а шлакообразующие материалы присаживают по ходу продувки после зажигания плавки порциями, обеспечивающими оптимальную скорость шлакообразования и нагрева металла, при этом металл продувают до содержания углерода менее 0,7 мас. науглероживание, раскисление и легирование металла осуществляют жидким ванадиевым чугуном, количество которого определяют по содержанию углерода в готовой стали и рассчитывают по формуле

$$Q V x (C_{ст} > / C_{чуг}),$$

где V масса жидкой стали, т;

C_{ст} содержание углерода в заданной марке стали, мас.

C_{чуг} содержание углерода в чугуне, мас.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что для оптимизации теплового баланса плавки металлолом и/или металлоотходы подогревают.

3. Способ по п.2, отличающийся тем, что подогрев осуществляют подачей углеродсодержащего топлива на металлолом и/или металлоотходы и сжиганием его кислородом.

4. Способ по п.2, отличающийся тем, что в качестве углеродсодержащего топлива используют кокс, каменные угли, бой угольных футеровок и электродов, нефть, мазут и природный газ.

5. Способ по п.1, отличающийся тем, что часть металлоотходов присаживают по ходу продувки плавки.

6. Способ по п.1, отличающийся тем, что после выпуска металла часть шлака оставляют в конвертере.

7. Способ по п.1, отличающийся тем, что в ванадиевый чугун, предназначенный для науглероживания, раскисления и легирования металла, дополнительно вводят 20-50% требуемых на плавку сильных раскислителей.

8. Способ по п.1, отличающийся тем, что при науглероживании, раскислении и легировании металла жидким ванадиевым чугуном получают массовую долю ванадия в готовой стадии в интервале 0,05-0,15%

9. Способ по п.1, отличающийся тем, что доводку металла осуществляют на установке печь ковш.

RU 2105072 C1

Показатели	база	предл.
Количество плавов, шт.	50	21
Вес чугуна, т/пл.	165	148
Вес металлолома, т/пл.	15,0	37,0
Доля металлолома, %	9,1	25,0
Расход извести, кг/т чугуна	50,9	35,7
Расход доломита, кг/т чугуна	5,2	2,3
Расход шпата, кг/т чугуна	1,0	0,5
Выход жидкой стали, %	90,6	90,8
Длительность операций, мин.		
Осмотр футеровки	1	1
Завалка металлолома	3	6
Прогрев металлолома	-	7
Заливка чугуна	4	4
Продувка	24	26
Скачивание шлака	6	-
Отбор проб, ожидание анализа и замер температуры	8	-
Выпуск металла	5	5
Выпуск шлака	3	3
Средняя продолжительность плавки	54,0	52,0

RU 2105072 C1