



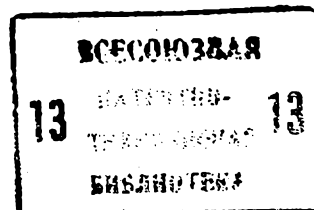
СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1134608** **A**

4(51) С 21 С 5/28

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ И АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



(21) 3592407/22-02
(22) 19.05.83
(46) 15.01.85. Бюл. № 2
(72) Ю.А. Пак, П.И. Югов,
В.А. Синельников, С.Д. Зинченко,
Л.П. Климов, О.Е. Молчанов,
В.Я. Тишков, Ю.И. Жаворонков,
Г.В. Парфенов и Б.Н. Катенин
(71) Центральный ордена Трудового
Красного Знамени научно-исследова-
тельский институт черной металлургии
им. И.П. Бардина
(53) 669.184.244(088.8)
(56) 1. Авторское свидетельство СССР
№ 391181, кл. С 21 С 5/28, 1971.
2. Патент США № 3412781,
кл. 164-76, 1968.
3. Труды НИИЧМ. Т. 2, 1966,
Изд. 1969, с. 145-155.

(54)(57) СПОСОБ ВЫПЛАВКИ НИЗКОУГЛЕ-
РОДИСТОЙ СТАЛИ В КОНВЕРТЕРЕ, вклю-
чающий завалку лома, заливку чугуна,
продувку газообразным окислителем
с переменным положением фурмы, ввод
шлакообразных и карбонатной марган-
цевой руды в процессе продувки,
отличающийся тем, что,
с целью улучшения технико-экономи-
ческих показателей и качества стали,
карбонатную марганцевую руду вводят
при содержании углерода в металле
0,03-0,07% в количестве 1,0-15 кг/т.

(19) **SU** (11) **1134608** **A**

Изобретение относится к черной металлургии, а именно к способам выплавки в конвертерах низкоуглеродистых сталей из специальных чугунов, например низкомарганцевистых.

Известен способ получения стали в конвертере с содержанием углерода менее 0,03%, в котором, с целью ускорения процесса обезуглероживания и увеличения производительности, металл продувают до содержания 0,2-0,04% углерода кислородом сверху с применением в качестве охлаждающего лома в завалку, окатышей, железной руды в таком количестве, которое обеспечивает к моменту достижения указанных концентраций углерода температуры 1600-1630°С. Во второй период плавки ванну продувают смесью кислорода с углекислотой с соотношением углекислоты к кислороду (1-1,5):(4-3,5) [1].

Однако необходимость производства углекислоты, подвод ее и введение в конвертер требует больших капитальных вложений и обуславливает ухудшение технологичности процесса.

Известен способ выплавки низкоуглеродистой стали в конвертере, в котором для обеспечения остаточного содержания марганца на выпуске 0,10% в шихту добавляют марганцевую руду или жидкий чугун с достаточно высоким содержанием марганца [2].

Недостатком данного способа - низкая скорость обезуглероживания в заключительный период продувки, когда содержание углерода в ванне ниже критических 0,20-0,25% и скорость окисления углерода резко снижается. Добавка марганцевой руды в шихту не оказывает влияния на скорость обезуглероживания в заключительный период продувки при выплавке низкоуглеродистых сталей.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату к изобретению является способ выплавки стали в конвертере, включающий завалку лома, заливку чугуна, продувку газообразным окислителем с переменным положением фурмы, ввод шлакообразующих и карбонатной марганцевой руды в процессе продувки. Согласно известному способу ввод карбонатной марганцевой руды осуществляют в начальный период плавки. Основной целью указанного технологического приема является улучшение технико-эко-

номических показателей процесса в результате повышения качества марганцевистого шлака, являющегося сырьем для производства марганцевых ферросплавов [3].

Известный способ характеризуется низкой производительностью конвертера из-за недостаточной скорости обезуглероживания в заключительный период продувки при выплавке низкоуглеродистых сталей с содержанием 0,03% углерода и менее вследствие резкого снижения скорости массообменных процессов в конвертерной ванне.

Целью изобретения является улучшение технико-экономических показателей и качества стали,

Поставленная цель достигается тем, что согласно способу выплавки низкоуглеродистой стали в конвертере, включающему завалку лома, заливку чугуна, продувку газообразным окислителем с переменным положением фурмы, ввод шлакообразных и карбонатной марганцевой руды в процессе продувки, карбонатную марганцевую руду вводят при содержании углерода в металле 0,03-0,07% в количестве 1,0-15,0 кг/т.

При создании изобретения исходили из положения, во-первых, необходимости ускорения массообменных процессов в конвертерной ванне в заключительный период продувки при выплавке низкоуглеродистых сталей и, во-вторых, ввода марганцевистых материалов для увеличения степени усвоения извести при переделе низкоуглеродистого чугуна. Необходимость ускорения массообменных процессов связана с тем, что реакция обезуглероживания при низких концентрациях углерода в конвертерной ванне лимитируется его массопереносом к месту реакции. Резкое снижение скорости окисления углерода в заключительный период продувки (0,07% углерода и менее) приводит к уменьшению интенсивности перемешивания ванны за счет обезуглероживания и дальнейшему снижению скорости обезуглероживания. Повышение степени усвоения извести обеспечивает получение шлака в конвертере более высокой основности и снижение содержания фосфора и серы в стали.

Поэтому для интенсификации обезуглероживания, получения более низких концентраций углерода и повышения основности конечности шлака ввод

карбонатной марганцевой руды осуществляют при содержании 0,03–0,07% углерода в металле. Необходимо вводить именно карбонатные марганцевые руды, так как их присадка в ванну конвертера, когда скорость обезуглероживания низка, позволяет интенсифицировать массоперенос и процесс обезуглероживания за счет CO_2 , образующейся при разложении MnCO_3 .

Образующаяся CO_2 при температурах конвертерного процесса является активным окислителем углерода. Кроме того, это снижает парциальное давление азота в полости конвертера в момент, когда поглощение азота и его усвоение металлом протекает наиболее интенсивно, что в конечном итоге снижает концентрацию азота в металле по окончании продувки и в готовой стали.

Температура разложения карбоната марганца равна 650°C .

Карбонаты марганца, попадая в конвертер, от термического удара растрескиваются, быстро разлагаются и усваиваются ванной. Молекулы MnO , образующиеся от разложения MnCO_3 , способствуют более полному усвоению извести шлаком, увеличению основности шлака и снижению содержания фосфора и серы в стали.

Ввод обычной окисной руды в конвертер, вместо карбонатной марганцевой руды, хотя и повышает степень усвоения извести за счет ввода в ее составе окислов марганца, однако не может обеспечить интенсивное обезуглероживание в заключительном периоде продувки при выплавке низкоуглеродистых марок сталей и получение более низких концентраций углерода в металле по окончании продувки.

Карбонатные марганцевые руды необходимо вводить в конвертер при содержании 0,03–0,07% углерода в металле.

Ввод карбонатной марганцевой руды при содержании углерода в металле менее 0,03% не рекомендуется вследствие того, что не обеспечивается эффективное снижение концентрации углерода в конце продувки.

Ввод карбонатной марганцевой руды при содержании углерода более 0,07% нецелесообразен, так как скорость обезуглероживания еще достаточно велика и ввод руды не приводит

к снижению содержания углерода в металле.

Для получения низких концентраций углерода в металле (менее 0,03%) необходимо продувать кислородом менее 4 мин после ввода карбонатной марганцевой руды, так как в противном случае резко повышается окисленность шлака в конвертере и потери металла со шлаком, что приводит к снижению выхода стали. Кроме того, повышенная окисленность металла приводит к увеличению угара раскислителей, повышению неметаллических включений в стали и ухудшению качества выплавляемой стали.

Расход карбонатной марганцевой руды должен быть в пределах 1,0–15,0 кг/т. Расход карбонатной марганцевой руды менее 1,0 кг/т не обеспечивает эффективного снижения содержания углерода в металле вследствие недостаточного его воздействия на процессы массопереноса и скорость обезуглероживания. При расходе карбонатной марганцевой руды более 15 кг/т эффективность ее использования резко снижается при одновременном увеличении количества шлака и, следовательно, угара железа в шлак, а также ухудшением теплового баланса плавки вследствие эндотермической реакции разложения карбоната марганца.

Таким образом, принципиальным отличием предлагаемого способа выплавки стали от известных является ввод карбонатной марганцевой руды при содержании 0,03–0,07% углерода в металле в количестве 1,0–15,0 кг/т, что позволяет интенсифицировать процесс обезуглероживания в заключительный период продувки как вследствие ускорения массопереноса в конвертерной ванне, так и действия CO_2 как сильного окислителя углерода, а окислы марганца повышают степень усвоения извести и основанность шлака. Кроме того, ввод карбонатной марганцевой руды приводит к снижению окисленности металла и шлака и уменьшению концентрации азота в готовой стали. Интенсификация процесса обезуглероживания в заключительный период продувки и снижение потерь металла со шлаком приводит к увеличению производительности, а снижение содержания углерода в низкоуглеродистой

стали и повышение основности конечного шлака приводит к улучшению качества выплавляемой низкоуглеродистой стали, например электротехнической, за счет повышения магнитных свойств.

Опробование способа выплавки низкоуглеродистой стали в конвертере проводили в 350-тонных конвертерах Череповецкого металлургического завода, при этом использовали низкомарганцовистый чугун с содержанием марганца 0,25%. Продувку проводили 4-х сопловой фурмой с переменным положением ее над уровнем спокойной ванны и расходом кислорода 700-800 $\text{нм}^3/\text{мин}$.

Пример 1. В 350-тонный конвертер присаживали 5 т извести, заваливали 130 т лома, присаживали еще 8 т извести и сливали 270 т чугуна с содержанием 0,25% марганца и температуре 1400°C , после чего начинали продувку. В процессе продувки порциями по 2-4 т на 2,4,6,8-й минутах продувки присадили 16 т извести. При содержании 0,05% углерода в металле присадили 3,5 т карбонатной марганцевой руды (10 кг/т) с содержанием, %: MnCO_3 56; SiO_2 12; H_2O 14; Fe_2O_3 3; Al_2O_3 5; CaO 8; MgO 2. После ввода карбонатной марганцевой руды расплав продули 2,5 мин и закончили продувку при содержании, %: углерод 0,015; марганец 0,08; сера 0,010; фосфор 0,004; азот 0,002 при 1640°C . При содержании FeO в шлаке 18,0% основность составила 4,2.

Раскисление проводили в ковше присадками 1,6 т металлического марганца, 3,0 т ферросилиция и 0,5 т алюминия. Полученную сталь продували 10 мин аргоном и разливали на МНЛЗ. Получили электротехническую сталь с магнитными свойствами, соответствующими стали марки 2012, следующего химического состава, %: углерод 0,016; марганец 0,36; кремний 0,39; фосфор 0,006; сера 0,010; алюминий 0,008; медь 0,05; хром 0,02; никель 0,06 и азот 0,003.

Магнитные свойства стали:

Удельные потери $P_{1,5/50} = 5,9$ Вт/кг

Магнитная индукция $B_{2500} = 1,63$ т

Общий расход на плавку составил:

29 т извести, 130 т лома, 270 т чугуна, 3,5 т карбонатной марганцевой руды (10 кг/т), 21300 нм^3 кислорода. Выход стали 91,3%.

В таблице приведены технологические показатели плавки, проведенных по предложенному способу выплавки стали, аналогично примеру 1, но с изменением количества и момента присадки карбонатной марганцевой руды в процессе продувки, а также текущих плавки в конвертерном цехе при выплавке электротехнических сталей, технология которой выбрана как базовый объект для расчета эффективности предложенного способа выплавки низкоуглеродистой стали в конвертере.

Опробование предложенного способа выплавки стали из низкомарганцовистого чугуна в кислородных конвертерах показывает, что ввод карбонатной марганцевой руды при достижении 0,03-0,07% углерода в металле в количестве 1,0-15,0 кг/т позволит повысить производительность и качество стали за счет ускорения рафинировочных процессов и повышения магнитных свойств выплавляемой стали вследствие получения более низких содержаний углерода, серы и азота в стали.

Результаты проведенных плавки по предложенному способу, в сравнении с действующей в конвертерном цехе ЧерМЗ технологией, выплавки динамной стали показывают (см. табл.), что внедрение предлагаемого способа позволяет повысить выход стали на 1,0%, снизить содержание углерода и азота соответственно на 0,018 и 0,003% и за счет этого повысить уровень магнитных свойств стали.

Общий экономический эффект в расчете на каждую тонну выплавляемой стали составит 44,9 руб.

Показатели	Ввод карбонатной марганцевой руды в количестве								Способ-ана-По техно-	
	1,0 кг/т при 0,03% С в металле	25 кг/т при 0,07% С в металле	10 кг/т при 0,05% С в металле	2 кг/т при 0,08% С в металле	10 кг/т при 0,025% С в металле	0,9 кг/т при 0,006% С в металле	16 кг/т при 0,04% С в металле	лог Mn-руды при 0,8% С в металле	ЧерМЗ	
Расход кислорода, $\text{нм}^3/\text{м}$	21200	21200	21200	23650	23650	23650	23650	23650	23650	23650
Содержание FeO в шлаке, %	21,2	18,3	19,8	28,0	27,2	28,2	29,0	25,5	• 28,3	
Основность шлака, $\text{CaO}/5\text{iO}_2$	4,4	4,3	4,3	4,7	3,7	3,8	3,6	3,8	3,5	
Содержание в готовой стали, %										
Углерод	0,017	0,015	0,016	0,028	0,029	0,030	0,025	0,030	0,035	
Сера	0,010	0,011	0,010	0,014	0,015	0,014	0,015	0,015	0,017	
Азот	0,0035	0,0032	0,0030	0,0055	0,0051	0,0055	0,0050	0,0055	0,0060	
Выход стали, %	91,33	91,30	91,32	90,6	90,5	90,6	90,5	90,5	90,3	
Магнитные свойства:										
Удельные потери, $\text{вт/кг P}_{15/50}$	5,9	5,9	5,9	6,2	6,2	6,1	6,1	6,2	6,9	
Магнитная индукция, Т В ₂₅₀₀	1,63	1,63	1,63	1,60	1,61	1,60	1,60	1,61	1,60	