

Изобретение относится к черной металлургии, в частности к производству стали в кислородных конвертерах.

Известен способ производства стали в конвертере [1] путем продувки газообразным кислородом высокой чистоты (не менее 99,5%), позволяющий избежать поглощение металлом азота, содержащегося в газообразном кислороде.

Недостатком данного способа является его дороговизна, т.к. в начальный период продувки (в области сверхкритического содержания углерода в металле), когда условия для насыщения металла азотом отсутствуют, используется дорогостоящий газообразный кислород высокой степени чистоты.

Наиболее близким по технической сущности к достигаемому техническому результату к заявляемому решению является способ рафинирования стали газообразным кислородом с переменным содержанием азота [2], выбранный в качестве прототипа. Способ заключается в том, что при рафинировании металла газообразным кислородом, содержащим азот в диапазоне (0,001–20%) продувку ведут так, что в области сверхкритического содержания углерода в металле кислород содержит больше азота, а при снижении содержания углерода снижают содержание азота в газообразном кислороде.

Однако при использовании газообразного кислорода пониженной чистоты возрастает скорость адсорбции азота в металл, которая определяется, прежде всего, содержанием азота в газообразном кислороде. При постоянстве скорости десорбции азота из металла с пузырьками CO, зависящей от содержания углерода в металле, общая скорость удаления азота из металла, которая является результатом взаимодействия этих двух процессов (адсорбции и десорбции), снижается. Так как удаление азота из металла происходит преимущественно в начальный период продувки (в области сверхкритического содержания углерода в металле), основным недостатком данного способа является невозможность получения низкоазотистой стали при переработке чугуна с высоким содержанием азота.

В основу изобретения поставлена задача усовершенствования способа рафинирования стали газообразным кислородом с переменным содержанием азота [2] путем присадки в сталеплавильный агрегат в период продувки, соответствующий области сверхкритического содержания углерода в металле, углеродсодержащего материала в количестве, обеспечивающем повышение скорости десорбции. Это позволит даже при переработке чугуна с высоким содержанием азота получить низкоазотистую сталь с одновременным снижением затрат на ее производство.

Поставленная задача решается тем, что в способе рафинирования металла газообразным кислородом, содержащим примесь в количестве, определяемом протеканием реакции обезуглероживания в расплаве согласно изобретению в период продувки, соответствующий области сверхкритического содержания углерода в металле, в расплав вводят углеродсодержащий материал, удельный расход которого определяют исходя из содержания углерода в чугуне $[C]_{\text{чуг.}}$ и углеродсодержащем материале $[C]$ в соответствии с формулой:

$$Q = \frac{[(5,0 - 5,5) - [C]_{\text{чуг.}}] \cdot 1000}{[C]},$$

где величины $[C]_{\text{чуг.}}$ и $[C]$ выражены в %, а удельный расход углеродсодержащего материала – в кг/т металлошихты.

Скорость удаления азота из металла во время продувки газообразным кислородом зависит от соотношения скоростей адсорбции и десорбции азота [3]. Скорость адсорбции азота в металле зависит, прежде всего, от концентрации азота в газообразном кислороде. Десорбция азота из металла происходит преимущественно путем его удаления с пузырьками CO и определяется содержанием углерода в металле.

Известно также [3], что удаление азота из металла происходит в начальный период продувки в области сверхкритического содержания углерода в металле, где равновесная концентрация в системе “Газообразный кислород – металл” ниже фактической концентрации азота в металле.

По мере снижения содержания углерода в металле равновесная концентрация азота повышается и при некотором критическом содержании углерода в металле она сравнивается с фактическим содержанием азота в металле. При дальнейшей продувке содержание азота в металле определяется процессами поглощения азота из газообразного кислорода и либо не изменяется (при использовании газообразного кислорода чистотой не менее 99,8%), либо возрастает (при использовании газообразного кислорода меньшей чистоты) [3].

При осуществлении присадки в конвертер углеродсодержащего материала в начальный период продувки, соответствующий области сверхкритического содержания углерода, согласно заявляемому решению повышается содержание углерода в металле, при этом значительно возрастает количество пузырьков CO, образующихся при окислении углерода металла, возрастает скорость десорбции азота из металла с пузырьками CO.

Поэтому даже при использовании в начальный период продувки газообразного кислорода пониженной чистоты (т.е. при высокой скорости адсорбции азота металлом) скорость удаления азота из металла в данный период остается достаточно высокой, что позволяет перерабатывать чугун даже с высоким содержанием азота.

Положительным побочным эффектом присадки углеродсодержащего материала согласно заявляемому решению является увеличение теплосодержания металла, что позволяет перерабатывать большее количество металлолома.

Для обеспечения ощутимого увеличения скорости десорбции азота из металла удельный расход присаживаемого углеродсодержащего материала должен находиться в определенных пределах.

Исследования, проведенные на опытно-промышленных плавках, показали, что удельный расход углеродсодержащих материалов зависит от содержания углерода в чугуне и самом углеродсодержащем материале и должен определяться следующим соотношением:

$$Q = \frac{[(5,0 - 5,5) - [C]_{\text{чуг.}}] \cdot 1000}{[C]},$$

где содержание углерода в чугуне $[C]_{\text{чуг.}}$ и углеродсодержащем материале $[C]$ выражены в процентах, а удельный расход присаживаемого углеродсодержащего материала Q – в кг/тону металлошихты.

Данные проведенных исследований приведены в таблице.

При присадке углеродсодержащего материала в количествах, больших, чем в заявляемом соотношении, начинают появляться негативные последствия применяемой технологии (повышение содержания серы в металле и повышение температуры металла на повалке).

Если удельный расход углеродсодержащего материала меньше указанного, то при использовании чугуна с высоким содержанием азота получение низкоазотистой стали затруднительно ввиду недостаточной скорости удаления азота из металла в начальный период продувки.

Пример. Сталь марки Зпс выплавляют в 160-тонном конвертере. В завалку используют 40 т усредненного металлолома и 120 т чугуна. Содержание азота в чугуне – 0,0124%, в углероде – 4,13%. До 7-й мин продувку ведут газообразным кислородом технологической чистоты (92%), после 7-й мин и до окончания продувку ведут газообразным кислородом технической чистоты 99,5%. На 5-й мин продувки в конвертер присаживают антрацит марки АС с содержанием углерода 75% в количестве 2 т. По завершении продувки отбирают пробу металла и подвергают ее анализу. Содержание в металле азота по результатам анализа составило 0,0070%, содержание серы – 0,039%.

Данное техническое решение практически осуществимо и соответствует критерию "промышленная применимость", что подтверждается результатом опытных плавков (таблица) и приведенным примером.

Содержание азота в металле на повалке в зависимости от удельного расхода присаживаемого углеродсодержащего материала*

Марка стали	Количество случаев	Марка углеродсодержащего материала	Содержание углерода в углеродсодержащем материале, %	Содержание в чугуне, %		Стехиометрический коэффициент	Содержание азота в металле на повалке, %	Содержание серы на повалке, %
				углерода	азота			
Зпс	3	-	-	4,05	0,0115	-	0,092	0,035
	5	Антрацит марки АС	75	4,12	0,0121	4,5	0,080	0,037
	-	-	-	-	-	-	-	-
	6	-	-	4,13	0,0125	5,0	0,068	0,038
	5	-	-	4,10	0,0124	5,5	0,061	0,040
	3	-	-	4,15	0,0112	6,0	0,071	0,045

* Чистота кислорода: до 7-й мин продувки – 92%
после 7-й мин – 99,5%.

Тираж 50 екз.

Відкрите акціонерне товариство «Патент»
Україна, 88000, м. Ужгород, вул. Гагаріна, 101
(03122) 3 – 72 – 89 (03122) 2 – 57 – 03
