

Изобретение относится к черной металлургии, в частности, к выплавке стали в подовых сталеплавильных агрегатах.

Известен способ выплавки стали в мартеновских печах, включающий завалку металлолома и шлакообразующих материалов, слив чугуна, продувку ванны кислородом, плавление, доводку, раскисление и выпуск плавки [1].

Недостатком известного способа является низкая производительность из-за низкой скорости шлакообразования и десульфурации металла.

Наиболее близким к изобретению по технической сущности и достигаемому эффекту является способ выплавки стали в подовом сталеплавильном агрегате, включающий завалку металлолома, известняка, чугуна, заливку чугуна, продувку кислородом, плавление и доводку металла [2]. Данный способ обеспечивает повышение производительности агрегата за счет улучшения процессов дефосфорации и десульфурации металла. Однако в промышленных условиях в связи с нестабильностью физических свойств применяемых шихтовых материалов (колебаниями насыпной массы металлолома) использование известного способа приводит к получению нестабильных результатов, что в конечном итоге не обеспечивает устойчивого снижения расхода шлакообразующих материалов и не во всех случаях предотвращает протекание бурных реакций в ванне.

Задачей изобретения является разработка такого способа выплавки стали в подовом сталеплавильном агрегате, в котором путем регулирования интенсивности продувки в определенных пределах и регулированием положения фурм достигалось бы снижение расхода шлакообразующих материалов и предотвращало бы бурные реакции в ванне.

Поставленная задача достигается тем, что по способу выплавки стали в подовых сталеплавильных агрегатах, включающему завалку металлолома, шлакообразующих материалов, продувку ванны кислородом через сводовые фурмы, проведение периодов плавления и доводки, интенсивность продувки ($\text{м}^3/\text{час.т}$) устанавливают равной 13-23 от насыпной массы металлолома, а расстояние от среза фурм до границы шлак - металл устанавливают равным 0,039-0,184 м.

Установление интенсивности продувки, равной 13-23 от насыпной массы металлолома и поддержание расстояния от среза фурмы до границы раздела шлак - металл, равным 0,039-0,184 метра, позволяет снизить расход шлакообразующих материалов и предотвратить протекание бурных реакций в ванне.

В промышленных условиях было установлено, что важнейшим, наиболее эффективным средством получения активного однородного шлака, является оптимизация соотношения интенсивности продувки и насыпного веса лома при одновременном поддержании оптимальной величины расстояния от среза фурм до уровня спокойной ванны. Оптимальные значения указанных величин обеспечивают быстрые фазовые превращения в первичном шлаке, вследствие чего происходит интенсивное растворение извести за счет повышения окисленности шлака до значений, не приводящих к выбросам по ходу плавки. Полное растворение извести, образованной при разложении известняка, позволяет сократить ее расход в течение периода доводки при повышенной скорости рафинирования металла (вследствие поддержания высокой температуры шлака, без его местного переохлаждения холодной известью, присаживаемой в период доводки).

Повышение интенсивности продувки с повышением насыпной массы металлолома является необходимым условием формирования шлака с высокой окисленностью. Оптимизация этого соотношения необходима для исключения переокисленности шлака и сопровождающего это явление бурного вскипания ванны.

При соотношении интенсивности продувки ($\text{м}^3/\text{час.т}$) и насыпной массы металлолома ($\text{т}/\text{м}^3$) менее 13 не достигается стабильного повышения окисленности первичного шлака до значений 13-16%, обеспечивающих быструю ассимиляцию извести, повышение коэффициента ее использования и снижение расхода шлакообразующих материалов - в первую очередь извести в доводку, а также разжижающих материалов:

бокситов, плавикового шпата и т.д.

При соотношении интенсивности продувки ($\text{м}^3/\text{час.т}$) и насыпной массы металлолома ($\text{т}/\text{м}^3$) более 23 наблюдается интенсивное переокисление шлака (содержание окислов железа повышается до 25 - 35%), что приводит к периодическим бурным реакциям в ванне, сопровождающимися выбросами металла и шлака, и делает экономию шлакообразующих бессмысленной. В результате повышается опасность обслуживания агрегата, уменьшается масса шлака в печи, что ведет к необходимости наведения нового шлака, т.е. повышению расхода шлакообразующих материалов.

Поддержание оптимального соотношения между насыпной массой металлолома и интенсивностью продувки является необходимым, но не достаточным условием получения в период доводки шлака с оптимальными физико-химическими свойствами. Вторым определяющим условием проведения периода плавления с максимальной эффективностью является поддержание оптимальной высоты фурмы над границей раздела фаз шлак-металл. При величине расстояния от среза фурм до границы раздела шлак-металл менее 0,039 м окисленность печного шлака повышается нестабильно, с преобладанием низких значений, не обеспечивающих интенсивной ассимиляции извести, что ведет к повышению расхода шлакообразующих материалов. При расстоянии среза фурм от границы раздела шлак - металл более 0,184 и даже при минимальных значениях интенсивности продувки окисленность шлака повышается выше допустимого уровня, что ведет к возникновению выбросов и повышению расхода шлакообразующих материалов в период доводки плавки.

Пример. Сталь марки 09Г2С выплавляли в двухванном сталеплавильном агрегате 2х300 т. Интенсивность продувки устанавливали в соответствии с насыпным весом металлолома. Положение границы раздела шлак - металл фиксировали методом измерения электросопротивления между ванной и электрически изолированной фурмой. При нахождении фурмы в атмосфере печи значение электросопротивления составляло 35 ± 2 кОм, при нахождении фурмы в шлаке 150 ± 20 (Ом), при нахождении фурмы в металле 2 ± 1 (Ом). Параметры проведения и результаты опытных плавов приведены в таблице.

Из представленных в таблице данных следует, что использование данного способа при заявляемых значениях режимных параметров при их одновременном попадании в оптимальные пределы, обеспечивает снижение расхода шлакообразующих материалов и предотвращает возникновение бурных реакций в ванне, сопровождающихся выбросами.

| №№ пп | Насыпная масса ме- таллоло- ма, т/м ³ | Интенсив- ность про- дувки, м ³ /час·т | Соотноше- ние на- сыпной массы и интенс. продувки | Высота фурмы над грани- цей шлак- металл, м | Соотноше- ние высо- ты фурмы и соотно- шения на- сыпн. массы и инт. прод. | Среднее содержание серы, % | |
|----------|---|--|--|---|--|-------------------------------|------------------------------------|
| | | | | | | в распла- ве | в стали перед рас- кислением |
| 1 | 0,5 | 6,0 | 12 | 0,024 | 0,002 | 0,054 | 0,038 |
| 2 | 0,5 | 6,5 | 13 | 0,039 | 0,003 | 0,054 | 0,036 |
| 3 | 0,5 | 9,0 | 18 | 0,090 | 0,005 | 0,053 | 0,034 |
| 4 | 0,5 | 11,5 | 23 | 0,184 | 0,008 | 0,055 | 0,035 |
| 5 | 0,5 | 12,0 | 24 | 0,216 | 0,009 | 0,056 | 0,037 |
| 6 | 1,0 | 12,0 | 12 | 0,024 | 0,002 | 0,054 | 0,038 |
| 7 | 1,0 | 13,0 | 13 | 0,039 | 0,003 | 0,053 | 0,034 |
| 8 | 1,0 | 18,0 | 18 | 0,090 | 0,005 | 0,054 | 0,035 |
| 9 | 1,0 | 23,0 | 23 | 0,184 | 0,008 | 0,056 | 0,035 |
| 10 | 1,0 | 24,0 | 24 | 0,216 | 0,009 | 0,056 | 0,037 |
| 11 | 1,5 | 18,0 | 12 | 0,108 | 0,009 | 0,054 | 0,040 |
| 12 | 1,5 | 19,5 | 13 | 0,104 | 0,008 | 0,055 | 0,036 |
| 13 | 1,5 | 27,0 | 18 | 0,090 | 0,005 | 0,057 | 0,036 |
| 14 | 1,5 | 34,5 | 23 | 0,069 | 0,003 | 0,055 | 0,036 |
| 15 | 1,5 | 36,0 | 24 | 0,048 | 0,002 | 0,052 | 0,038 |
| 16 | Прототип | | | — | — | 0,055 | 0,037 |

Продолжение таблицы

| №№ пп | Расход из- вести в до- водку, т | Расход бокситов в доводку, т | Расход из- вестняка в завалку, т | Расход известки в завал- ку, т | Кол-во плавков по дан- ному ва- рианту | Число плавков с выброса- ми (бур- ные реакции) | Суммарный расход шлакообра- зующих ма- териалов, т |
|----------|---------------------------------------|------------------------------------|--|---|--|---|--|
| 1 | 6,0 | 1,5 | 4,0 | 8,0 | 11 | 1 | 19,5 |
| 2 | 2,0 | 0,0 | 4,0 | 8,0 | 9 | — | 14,0 |

Продолжение таблицы

| №№ пп | Расход из- вести в до- водку, т | Расход бок- сита в до- водку, т | Расход из- вестняка в завалку, т | Расход извести в завал- ку, т | Кол-во плавков по дан- ному вариан- ту | Число плавков с выброса- ми (бур- ные реакции) | Суммарный расход шла- кообразую- щих материа- лов, т |
|----------|---------------------------------------|---------------------------------------|--|--|---|---|---|
| 3 | 2,0 | 0,0 | 4,0 | 8,0 | 9 | — | 14,0 |
| 4 | 2,0 | 0,0 | 4,0 | 8,0 | 19 | — | 14,0 |
| 5 | 4,0 | 2,0 | 4,0 | 8,0 | 10 | 2 | 18,0 |
| 6 | 6,0 | 2,0 | 4,0 | 8,0 | 10 | 4 | 20,0 |
| 7 | 4,0 | 1,5 | 4,0 | 8,0 | 8 | — | 20,0 |
| 8 | 2,0 | 0,0 | 4,0 | 8,0 | 12 | — | 14,0 |
| 9 | 2,0 | 0,0 | 4,0 | 8,0 | 7 | — | 14,0 |
| 10 | 4,0 | 1,0 | 4,0 | 8,0 | 12 | 3 | 17,0 |
| 11 | 4,0 | 1,0 | 4,0 | 8,0 | 12 | 4 | 17,0 |
| 12 | 4,0 | 1,0 | 4,0 | 8,0 | 11 | — | 17,0 |
| 13 | 6,0 | 1,5 | 4,0 | 8,0 | 10 | — | 19,5 |
| 14 | 4,0 | 1,0 | 4,0 | 8,0 | 9 | — | 17,0 |
| 15 | 4,0 | 1,0 | 4,0 | 8,0 | 13 | 4 | 17,0 |
| 16 | 4,0 | 1,0 | 4,0 | 8,0 | 8 | 4 | 17,0 |