

Изобретение относится к области черной металлургии и может быть использовано для прямого получения чистых металлов и их сплавов.

Известен способ прямого получения железа из железной руды в электрической дуговой печи, включающий производство окатышей, содержащих до 20% твердого восстановителя, и дальнейший их переплав (см. Кудрявцев В.С. и др. - металлизированные окатыши. - М.: Металлургия, 1974. - с. 109-131). Окатыши в данном способе непрерывно загружались в печь с постоянной скоростью.

Основным недостатком данного способа является низкое (менее 20%) содержание восстановителя, что приводит к неудовлетворительному контакту частичек руды и восстановителя, удлинению плавки и потере производительности. Кроме того, для достаточного науглераживания металла необходимо подавать в печь по ходу плавки дополнительное количество восстановителя, что снижает эффективность его использования из-за потерь в шлаке.

Наиболее близким по технической сущности является способ получения стали или жидкого полупродукта из рудоугольных брикетов или окатышей (прототип), в котором брикеты или окатыши подают в отражательную печь на поверхность расплавленного, являющегося теплоносителем, шлака, находящегося в результате выделения окиси углерода из брикетов в состоянии кипения. При этом, подачу брикетов или окатышей на поверхность шлака осуществляют вдуванием их через сопла (см. а.с. №124949, опубл. бюл. №24, 1959).

Общими признаками прототипа и заявленного решения является непрерывная подача рудоугольных окатышей в подогреваемую жидкую ванну.

В указанном в качестве прототипа способе нагрев шлака и металла осуществляется подводом тепла к поверхности материалов жидкой ванны. Перемешивание шлака выделяющимися из окатышей газами происходит преимущественно в верхнем слое шлака. Указанные обстоятельства лимитируют процесс нагрева жидкой ванны и тем самым ограничивают производительность способа.

В основу изобретения поставлена задача усовершенствования способа получения жидкого чугуна, в котором за счет особенностей нагрева жидкой ванны, предварительной подготовки окатышей и режима подачи окатышей в жидкую ванну обеспечивается более интенсивное перемешивание шлакового слоя и улучшение гидродинамического режима жидкой ванны, в результате чего ускоряется восстановление окислов железа твердым углеродом и повышается производительность способа.

Поставленная задача решается тем, что в способе получения жидкого чугуна, включающем непрерывную подачу рудоугольных окатышей в подогреваемую жидкую ванну, согласно изобретению, подогрев жидкой ванны выполняют электрической дугой, а окатыши после предварительного обжига при температуре 550...650°C подают в зону электродуги с ускорением  $1,4...1,6 \text{ кг окатышей/мин}^2 \cdot \text{м}^2$ . При этом целесообразно использовать окатыши с содержанием углерода 20...25% и процесс восстановления вести при температуре 1350...1400°C.

Возможность достижения указанного технического результата подтверждается следующими сведениями. В зоне нагрева электрической дугой осуществляется интенсивное перемешивание жидких и твердых материалов. Низкотемпературный обжиг рудоугольных окатышей при температуре 550...650°C позволяет увеличить прочность и плотность окатышей, загружаемых в зону электродуг. Предварительно обожженные окатыши имеют плотность выше плотности шлака, погружаются в расплав и подвергаются интенсивному нагреву, чем обеспечивается активное выделение газов во всем объеме шлаковой среды, что значительно ускоряет процесс восстановления железа из руды. Прочность обожженных окатышей позволяет обеспечить их устойчивость при активном перемешивании ванны до окончания процесса восстановления, предупреждая вынос невосстановленной фракции в атмосферу при интенсивном выделении газа из ванны.

Температура обжига менее 550°C не обеспечивает достаточное спекание шихтовых материалов, что снижает прочность и плотность окатышей. Повышение температуры выше 650°C приводит к частичному выгоранию углерода шихты, снижению восстановимости и прочности.

По мере накопления шлака и металла в печи непрерывно увеличивают скорость подачи рудоугольных окатышей с ускорением  $1,4...1,6 \text{ кг/мин}^2 \cdot \text{м}^2$ . Выбранный режим загрузки с ускорением более  $1,4 \text{ кг/мин}^2 \cdot \text{м}^2$  и менее  $1,6 \text{ кг/мин}^2 \cdot \text{м}^2$  объясняется тем, что в указанном режиме загрузки происходят тепломассообменные процессы (кипение и перемешивание ванны) во всем объеме шлака с учетом увеличения объема жидкой ванны. Загрузка печи с ускорением меньше  $1,4 \text{ кг/мин}^2 \cdot \text{м}^2$  приводит к неполному использованию всего объема шлака и ухудшению тепломассообменных процессов ванны, а при загрузке печи с ускорением больше  $1,6 \text{ кг/мин}^2 \cdot \text{м}^2$  образуется твердая фаза на поверхности шлака из непрореагировавших окатышей, что замедляет процесс восстановления железа из руды.

Таким образом, перечисленные особенности заявленного способа в своей совокупности интенсифицируют тепломассообменные процессы жидкой ванны, обеспечивают в сравнении с прототипом ускоренное восстановление железа из руды.

Процессы восстановления проводятся при температуре 1350...1400°C, так как в этом интервале согласно теоретическим и экспериментальным данным, имеет место наибольшая скорость восстановления окислов железа твердым углеродом. Проведение процесса при температуре ниже 1350°C приводит к резкому уменьшению скорости реакции восстановления окислов железа твердым восстановителем, а при температуре выше 1400°C процесс восстановления замедляется из-за выгорания части угля.

Наибольшая производительность печи имеет место при концентрации угля в окатышах в интервале 20...25%. При концентрации угля в окатышах ниже 20% ухудшается контакт углерода с окислами железа, в результате уменьшается скорость восстановительных реакций, что также наблюдается при концентрации угля выше 25%. В обоих случаях снижается газовыделение и перемешивание ванны.

Пример. Проведены экспериментальные плавки в 12-ти тонной электродуговой печи с различным содержанием угля как восстановителя, при различной температуре плавки и различном ускорении ( $\text{кг/мин}^2 \cdot \text{м}^2$ ) подачи окатышей в рабочее пространство печи (таблица).

Как видно из приведенных данных, наибольшая производительность электродуговой печи (плавки 6, 7,

10, 11) имеет место при концентрации угля в шихте в интервале 20...25% при температуре процесса 1350...1400°C и при загрузке печи окатышами с ускорением 1,4..1,6 кг/мин<sup>2</sup>·м<sup>2</sup>.

№№ плавов	Технические параметры				
	Концентрация угля, %	Температура обжига окатышей, °C	Температура плавки, °C	Ускорение завалки окатышей в печь, кг/мин <sup>2</sup> ·м <sup>2</sup>	Производи- тельность печи, т/ч
1	17	500	1300	1,0	7,2
2	17	500	1350	1,2	8,8
3	17	500	1400	1,4	9,6
4	17	500	1450	1,8	9,4
5	20	550	1500	1,2	9,8
6	20	550	1550	1,4	10,8
7	20	550	1400	1,5	11,6
8	20	550	1450	1,6	10,0
9	25	600	1300	1,0	9,4
10	25	600	1350	1,4	10,4
11	25	650	1400	1,6	10,8
12	25	600	1450	1,6	10,0
13	27	650	1300	1,0	6,4
14	27	650	1350	1,2	7,6
15	27	650	1400	1,4	8,6
16	27	650	1450	1,6	8,0