

Раздел 2. Производство стали в электропечах
Тема 2.2. Технология производства стали в электропечах

Лекция № 46

Тема: Плавление шихты. Окислительный период плавки. Основные процессы окислительного периода плавки.

План лекции:

Плавление шихты. Окислительный период плавки. Основные процессы окислительного периода плавки.

Период плавления.

Расплавление шихты в печи занимает основное время плавки. В настоящее время многие операции легирования и раскисления металла переносят в ковш. Поэтому длительность расплавления шихты в основном определяет производительность печи. После окончания завалки опускают электроды и включают ток. Металл под электродами разогревается, плавится и стекает вниз, собираясь в центральной части подины. Электроды прорезают в шихте колодцы, в которых скрываются электрические дуги. Под электроды забрасывают известь для наведения шлака, который закрывает обнаженный металл, предохраняя его от окисления. Постепенно озеро металла под электродами становится все больше. Оно подплавляет куски шихты, которые падают в жидкий металл и расплавляются в нем. Уровень металла в печи повышается, а электроды под действием автоматического регулятора поднимаются вверх. Продолжительность периода расплавления металла равна 1—3 ч в зависимости от размера печи и мощности установленного трансформатора. В период расплавления трансформатор работает с полной нагрузкой и даже с 15 % перегрузкой, допускаемой паспортом, на самой высокой ступени напряжения. В этот период мощные дуги не опасны для футеровки свода и стен, так как они закрыты шихтой. Остывшая во время загрузки футеровка может принять большое количество тепла без опасности ее перегрева. Для ускорения расплавления шихты используют различные методы. Наиболее эффективным является применение мощных трансформаторов. Так, на печах вместимостью 100 т будут установлены трансформаторы мощностью 75,0 МВ-А, на 150-т печах трансформаторы 90—125 МВ-А и выше. Продолжительность плавления при использовании мощных трансформаторов уменьшается до 1—1,5 ч. Кроме того, для ускорения расплавления применяют топливные мазутные или газовые горелки, которые вводят в печь либо через рабочее окно, либо через специальное устройство в стенах. Применение горелок ускоряет нагрев и расплавление шихты, особенно в холодных зонах печи. Продолжительность плавления сокращается на 15—20 мин.

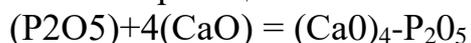
Эффективным методом является применение газообразного кислорода. Кислород подают в печь как через стальные футерованные трубки в окно печи, так и при помощи фурмы, опускаемой в печь сверху через отверстие в своде. Благодаря экзотермическим реакциям окисления примесей и железа выделяется дополнительно большое количество тепла, которое нагревает шихту, ускоряет ее полное расплавление. Использование кислорода уменьшает длительность нагрева ванны. Период расплавления сокращается на 20—30 мин, а расход электроэнергии на 60—70 кВт×ч на 1 т стали.

Традиционная технология электроплавки стали предусматривает работу по двум вариантам: 1) на свежей шихте, т.е. с окислением; 2) переплав отходов. При плавке по первому варианту шихта состоит из простых углеродистых отходов, малоуглеродистого лома, металлизированных окатышей с добавкой науглероживателя. Избыточное количество углерода окисляют в процессе плавки. Металл легируют присадками ферросплавов для получения стали нужного состава. Во втором варианте состав стали почти полностью определяется составом отходов и легирующие добавки только для некоторой корректировки состава. Окисления углерода не производят.

Плавка с окислением. Рассмотрим ход плавки с окислением. После окончания периода расплавления начинается окислительный период, задачи которого заключаются в следующем: окисление избыточного углерода, окисление и удаление фосфора; дегазация металла; удаление неметаллических включений, нагрев стали.

Окислительный период плавки начинают присадкой железной руды, которую дают в печь порциями. В результате присадки руды происходит насыщение шлака FeO и окисление металла по реакции: $(\text{FeO}) = \text{Fe}_{\text{ж}} + [\text{O}]$. Растворенный кислород взаимодействует с растворенным в ванне углеродом по реакции $[\text{C}] + [\text{O}] = \text{CO}$. Происходит бурное выделение пузырей CO , которые вспенивают поверхность ванны, покрытой шлаком. Поскольку в окислительный период на металле наводят известковый шлак с хорошей жидкоподвижностью, то шлак вспенивается выделяющимися пузырями газа. Уровень шлака становится выше порога рабочего окна и шлак вытекает из печи. Выход шлака усиливают, наклоня печь в сторону рабочего окна на небольшой угол. Шлак стекает в шлаковню, стоящую под рабочей площадкой цеха. За время окислительного периода окисляют 0,3—0,6 % С со средней скоростью 0,3—0,5 % С/ч. Для обновления состава шлака одновременно с рудой в печь добавляют известь и небольшие количества плавикового шпата для обеспечения жидкоподвижности шлака.

Непрерывное окисление ванны и скачивание окислительного известкового шлака являются непременными условиями удаления из стали фосфора. Для протекания реакции окисления фосфора $2[\text{P}] + 5[\text{O}] = (\text{P}_2\text{O}_5)$;



необходимы высокое содержание кислорода в металле и шлаке, повышенное содержание CaO в шлаке и пониженная температура.

В электропечи первые два условия полностью выполняются. Выполнение последнего условия обеспечивают наводкой свежего шлака и постоянным обновлением шлака, так как шлак, насыщенный $(CaO)_4-P_2O_5$ скачивается из печи. По ходу окислительного периода происходит дегазация стали — удаление из нее водорода и азота, которые выделяются в пузыри CO, проходящие через металл.

Выделение пузырьков CO сопровождается также и удалением из металла неметаллических включений, которые выносятся на поверхность потоками металла или поднимаются вверх вместе с пузырьками газа. Хорошее кипение ванны обеспечивает перемешивание металла, выравнивание температуры и состава.

Общая продолжительность окислительного периода- составляет от 1 до 1,5 ч. Для интенсификации окислительного периода плавки, а также для получения стали с низким содержанием углерода, например хромоникелевой нержавеющей с содержанием углерода металл продувают кислородом. При продувке кислородом окислительные процессы резко ускоряются, а температура металла повышается со скоростью примерно 8—10°С/мин. Чтобы металл не перегрелся, вводят охлаждающие добавки в виде стальных отходов. Применение кислорода является единственным способом получения низкоуглеродистой нержавеющей стали без значительных потерь ценного легирующего хрома при переплаве.

Окислительный период заканчивается, когда содержание углерода становится ниже заданного предела, содержание фосфора 0,010%, температура металла несколько выше температуры выпуска стали из печи. В конце окислительного периода шлак стараются полностью убирать из печи, скачивая его с поверхности.

Вопросы для самоконтроля.

1. Какая цель восстановительного периода?
2. Назовите длительность восстановительного периода?
3. Когда вводят легирующие добавки?
4. Сущность одношлакового процесса?
5. Зачем присаживают феррохром?
6. Откуда поступают отходы?
7. Когда окислительный период заканчивается?
8. Какая общая продолжительность окислительного периода?
9. Задача плавки с окислением?
10. Что необходимо делать после окончания завалки?

Использованная литература:

- Г.А. Соколов "Производство стали"
И.И. Борнацкий «Производство стали»