

Раздел 4. Производство стали в конвертерах.
Тема 4.2 Технология производства стали в конвертерах

Лекция № 74

Тема: Охладители конвертерных плавков.

План лекции:

1. Виды охладителей
2. Влияние способа охлаждения

К основным охладителям, применяемым в кислородно-конверторных процессах, относятся стальной лом и железная руда или ее заменители. Охлаждающее действие этих двух групп материалов и технико-экономические результаты от их применения принципиально различны. *Стальной лом*. В настоящее время стальной лом является обязательным компонентом шихты кислородно-конверторного производства.

Механизм и кинетика плавления стального лома представляют собой сложный комплекс тепло- и массообменных процессов. Он мало доступен теоретическому исследованию, экспериментально может изучаться для тел правильной формы (шар, цилиндр, пластина). Вследствие разнообразия форм и размеров кусков реального лома закономерности его плавления можно изучать лишь косвенными методами.

Процесс плавления стального лома в высокоуглеродистом расплаве, например в чугунах, можно условно разделить на три периода:

- 1) замерзание по поверхности лома корки из чугуна и последующее ее оплавление (*прогрев лома*);
- 2) диффузионное плавление, т. е. растворение лома в углеродистом расплаве при температурах ниже точки плавления железа;
- 3) интенсивное расплавление кусков лома, прогретых до температуры плавления.

Диффузионное плавление — наиболее сложный физико-химический процесс, включающий поверхностное науглероживание кусков лома с понижением температуры плавления слоев и их последующее оплавление (растворение). Экспериментально определенные линейные скорости этого процесса составляют 0,1—0,5 мм/с и зависят от скорости смывания кусков лома углеродистым расплавом, а также от температуры чугуна и содержания в нем углерода.

Наиболее точные результаты при исследованиях динамики плавления лома получают в случае использования на опытных плавках кусков лома правильной конфигурации, содержащего не окисляющиеся в процессе продувки элементы, например медь или никель. Скорость плавления лома на этих плавках определяют по увеличению концентрации указанных элементов в жидкой части металлической ванны.

Процесс плавления лома инерционный, поэтому лом загружают в конвертор до заливки чугуна. По данным В. И. Баптизманского, лом начинает плавиться еще во время заливки чугуна, легковес и пакеты могут раст-

вориться за это время на 15—30%. Массивные куски лома во время заливки чугуна не плавятся. Быстрое растворение легковесного лома приводит к снижению температуры жидкой ванны в первые минуты продувки на 100—150° С.

Растворение загруженного лома в период заливки объясняется тем, что верхние его слои, обтекаемые струями чугуна с высокой скоростью, быстро освобождаются от замороженной корки и начинают растворяться в жидкой части ванны. Относительная длительность плавления лома, % от общей длительности продувки [в шихте 20—25% лома, расход кислорода 2,5—3 м³/(т·мин), температура чугуна 1300—1370 °С].

Из рассмотренного следует, что использование легковесного лома в качестве главного компонента шихты нежелательно, так как это способствует сильному переохлаждению ванны в первой трети продувки. Это, в свою очередь, вызывает переокисление ванны, выбросы, ухудшает условия шлакообразования. Оптимальным считают лом, способный растворяться в течение 70—80 % времени продувки и имеющий куски с линейными размерами 160—200 мм.

После загрузки лом располагается произвольно на подине конвертора, по окончании заливки чугуна куски металла скрываются под уровнем жидкой ванны на глубине 200—300 мм. Поэтому, хотя плавление лома происходит в объеме ванны, значительная его часть должна пространственно совпадать с реакционной зоной — областью очень высокой температуры. Это способствует ускоренному плавлению центральных объемов загруженного лома.

В последнее время для обеспечения горячего начала конверторной плавки разрабатываются варианты технологии с рассредоточенной присадкой лома. Целесообразно, например, давать в завалку лишь половину общего количества лома, преимущественно тяжеловесного, а вторую половину, состоящую из легковесного материала, загружать после 3—5 мин продувки. Еще лучшие результаты могла бы дать непрерывная подача дробленого лома по ходу продувки. Реализацию этих вариантов затрудняет, в частности, приготовление дробленых материалов.

В повседневной практике следует усилить внимание к предварительной подготовке стального лома: сортировке его, резке на куски оптимальных размеров, подогреву и др. Это особенно важно при современной тенденции к сокращению длительности продувки за счет более интенсивной подачи кислорода.

Руда, окатыши, агломерат. Их охлаждающий эффект связан с эндотермическими процессами окисления примесей ванны оксидами железа, поэтому охлаждающее действие руды и ее заменителей намного выше: 1 т руды заменяет 3—4 т стального лома. Присаживаемые на поверхность ванны эти материалы частично оказываются в реакционной зоне, охлаждая ее. Как было показано выше, наилучший эффект охлаждения можно было бы получить, вводя эти материалы непосредственно в реакционную зону.

К дополнительным преимуществам относятся малая инерционность действия рудных охладителей, легкость их транспортировки и дозирования, возможность присаживать по ходу продувки. При использовании этих материалов повышается выход годного, улучшается шлакообразование.

Основным недостатком охлаждения рудой является уменьшение доли стального лома в шихте, что противоречит требованиям экономики. В этой связи присадки руды в современной технологии ограничивают 1—2 %, давая ее только для улучшения процессов образования шлака.

Влияние способа охлаждения конверторной ванны на режим шлакообразования

При продувке чугуна технически чистым кислородом сверху образуется значительный избыток тепла сверх необходимого для получения стали с заданной температурой, вследствие чего охлаждение металла при кислородно-конверторном процессе является непременным и важным условием для нормального протекания процесса. Выбор способа охлаждения

ванны имеет важное значение, так как от него зависит технология ведения плавки, характер шлакообразования и окисление примесей чугуна*

В конверторных цехах в качестве охладителя применяют стальной лом и железосодержащие сыпучие материалы. В некоторых конверторных цехах Украины в качестве охладителя применяют только железную руду.

При использовании различных охладителей процессы шлакообразования протекают по-разному. Опытные плавки с применением различных охладителей проведены с промежуточными повалками через каждые четыре минуты продувки. На повалках отбирали пробы металла, шлака и измеряли температуру металла термопарой погружения.

Кремний и марганец при охлаждении ванны ломом окисляются (при одинаковой интенсивности продувки) несколько быстрее при меньшем количестве чугуна в металлической шихте. Однако, независимо от вида охладителя, через 8 мин окисляется 75—88% Si, а через 12 мин в металле остаются следы кремния. На всех плавках на кривой окисления марганца имеется пик, соответствующий 1,00—1,5% [С]

Растворение извести и образование основного шлака, требующие определенного времени, отстают от окисления кремния, поэтому в первые минуты продувки практически образуются кислые шлаки. Наличие шлака низкой основности в первый период зависит также и от способа охлаждения ванны.

При продувке плавки с использованием только руды в первые минуты продувки на кривой содержания общего железа в шлаке появляется своеобразный пик который соответствует моменту максимального обогащения шлака окислами железа охладителя. При охлаждении плавки только стальным ломом такого пика не наблюдается. В первой половине продувки при работе только с рудой окисленность шлака в 1,5—2 раза выше, чем при работе со скрапом. Однако через 12 мин продувки в шлаке устанавливается такое же содержание окислов железа, как и при охлаждении ванны стальным ломом. В дальнейшем, начиная с 16-й минуты продувки содержание окислов железа в шлаке повышается до конца плавки и в том и в другом случае, без каких либо существенных различий. При частичной замене скрапа рудой разница в окисленности шлаков в первой половине продувки выражается менее четко. Расход железной руды при продувке плавки без использования скрапа достигает 85—90 кг/т. В этом случае руда играет роль охладителя.

Усвоение извести шлаковым расплавом определяется содержанием в шлаке окислов железа. Поэтому основность шлаков первого периода в значительной степени зависит от способа охлаждения ванны. Опытными плавками установлено, что при одном и том же дутьевом режиме самая низкая основность шлаков первого периода наблюдается на плавках с охлаждением только стальным ломом, а максимальная — при охлаждении только рудой. При выплавке стали кислородно-конверторным

процессом получения основности шлака в начальный период продувки не является единственной задачей. Процесс должен протекать с дутьевым и температурным режимами, обеспечивающими равномерный ход окисления примесей металлической ванны образования активного шлакового расплава.

При ведении плавки только со скрапом первая половина продувки протекает холодно, так как источником тепла для расплавления лома и повышения температуры ванны является физическое тепло чугуна и химическое тепло, выделяемое при окислении примесей чугуна. Кроме того, уменьшение содержания примесей в чугуне за счет скрапа приводит к уменьшению количества шлака, в котором относительное количество SiO_2 остается неизменным, а окислов железа — значительно уменьшается. Поэтому в первые минуты продувки затрудняется растворение извести и получение известково-железистого шлака, необходимого для обеспечения десульфурации и дефосфорации ванны.

Недостаток тепла при чрезмерном охлаждении ванны металлоломом компенсируется дополнительным окислением железа, которое будет тем больше, чем меньше другие источники тепла при этом будут уменьшаться и выход жидкой стали. Обеспечение нормального теплового баланса конверторной плавки, а следовательно, и режима шлакообразования будет иметь место при использовании одновременно со стальным ломом железной руды (окатышей, агломерата и др.), около 10—15 кг/т жидкой стали. В этом случае железосодержащие добавки играют положительную роль в ускорении образования окислительного шлака с самого начала продувки принтом выход жидкой стали достигает максимального значения.

Несмотря на то, что состав шлаков первой половины продувки с разными охладителями различен, изменение состава ванны во второй половине продувки протекает практически одинаково. Основность конечных шлаков составила 3,6—4,0 при работе со скрапом 3,4—3,8 — с частичным использованием железной руды и 3,6—3,8 при работе только с рудой.

Скорость обезуглероживания при использовании различных охладителей в первой половине продувки различна. При продувке плавки с использованием только скрапа, несмотря на меньшую окисленность шлака, скорость окисления углерода несколько выше, чем на плавках с применением только руды, вследствие уменьшения количества чугуна в металлозавалке и частичного расплавления скрапа. Однако максимальная скорость окисления углерода на плавках со скрапом достигает 0,38 %/мин, в то время как на плавках с рудой она составляет 0,43 %/мин.

Высокая скорость обезуглероживания ванны обуславливается дополнительным вводом кислорода окислами железосодержащих добавок. При использовании различных охладителей степень удаления серы и фосфора из металла в шлак примерно одинакова. Дефосфорация ванны на плавках, проведенных с применением в качестве охладителей железной руды, скрапа или скрапа в сочетании с железорудными окатышами (15 кг/т

стали), к концу плавки прошла успешно, но скорости окисления фосфора в процессе продувки, были различными. Так, на плавках с рудой через 12 мин, после начала продувки степень дефосфорации составила 85%, со скрапом 58% со скрапом и окатышами 72%. При работе только со скрапом фосфор окислялся на протяжении всей продувки с ускорением к ее концу в результате увеличения основности шлака.

Степень десульфурации чугуна при использовании разных охладителей конвейерной ванны различна. На плавках, проведенных только с рудой, сера удаляется в течение всей продувки, а на плавках со скрапом из-за более холодного начала процесса в течение первого периода продувки сера практически не переходит в шлак. С увеличением основности шлака и температуры металла содержание серы в металле уменьшается, но скорость удаления значительно ниже, чем на плавках с рудой. На пяти сравниваемых плавках, выплавленных только с рудой, средняя степень десульфурации после продувки в течение 12 мин составила 19,2%, а на пяти плавках со скрапом —12,3%.

Более высокое содержание серы в готовой стали на плавках со скрапом объясняется меньшим количеством шлака, в результате чего коэффициент распределения серы уменьшается.

Вопрос для самоконтроля:

1. Стальной лом, его назначение.
2. Расскажите о легковесе и тяжеловесе.
3. Назначение руды, окатышей, агломерата.
4. Как условно можно разделить процесс плавления стального лома?
5. Когда происходит интенсивное расплавление лома?

Использованная литература:

Г.А. Соколов "Производство стали" стр. 144 - 148