

А. Г. Величко, С. Б. Бойченко, Ю. С. Пройдак, Б. М. Бойченко
 Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск;
 Днепропетровский опытно-инструментальный завод

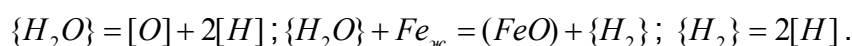
БАЛАНС СОДЕРЖАНИЯ ВОДОРОДА В ФЛОКЕНОЧУВСТВИТЕЛЬНОЙ СТАЛИ В ПРОМЕЖУТОЧНОМ КОВШЕ МНЛЗ

Процессы в промежуточном ковше машины непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) значительно влияют на качество жидкой стали, поскольку являются завершающими и непосредственно за ними следует ее кристаллизация.

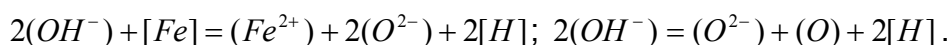
Актуальность работы вызвана обнаруженным авторами настоящей статьи повышением содержания водорода в сталях в производственных условиях после их пребывания в промежуточном ковше (промковше) существенно выше допустимого для флокеночувствительных хромомарганцевых сталей уровня 2,0 ppm, особенно, на первых 3 - 4 плавках непрерывной серии.

Водород в футеровочных материалах ковша, шлаковых составляющих, продуктах сгорания обогревающего газа содержится в растворенном состоянии, порах и капиллярах в виде влаги (свободной и химически связанной).

В зоне контакта с этими материалами происходит взаимодействие жидкого металла с влагой по реакциям:



Основные шлаки хорошо растворяют водяной пар по реакции $\{H_2O\} + (O^{2-}) = 2(OH^-)$ и способны передавать водород металлу:



По Сивертсу равновесная концентрация водорода в жидком железе [H] составляет, ppm: $[H] = K_H \sqrt{P_{H_2}} \cdot 10^9$, где P_{H_2} - парциальное давление водорода в газовой фазе на границе с металлом, МПа; K_H - константа растворимости водорода в жидком железе, определяется уравнением Чипмена: $\lg K_H = -\frac{1670}{T} - 1,68$.

При высокой температуре, малом содержании кислорода в стали парциальное давление водорода $P_{H_2} \approx P_{H_2O}$.

Расчеты показали, что в связи с возрастанием в 8500 раз давления водяных паров при их испарении и нагреве в порах и капиллярах материалов до

температуры жидкой стали поступление водорода в нее из футеровки ковша и шлаковых составляющих является основным источником возрастания [H].

Поглощение водорода сталью в промковше происходит также вследствие растворения водяного пара на поверхности шлаковых частиц и неметаллических включений, увлекаемых потоками вниз в результате чрезмерно интенсивной их циркуляции, поскольку над жидкими фазами находится обычная воздушная атмосфера даже при наличии крышки ковша.

Процесс десорбции водорода из жидкой стали является многостадийным процессом, однако известно, что он лимитируется диффузионно-адсорбционной стадией, которая описывается кинетическим уравнением первого порядка: $dc/d\tau = k(F/V)(c - c_{нов})$, где τ – время, с; $(c - c_{нов})$ – градиент концентраций в данный момент и равновесной с газовой фазой; k – коэффициент массопереноса водорода, м/с; F/V – отношение поверхности металла, контактирующей с газом, к его объему, м⁻¹.

В распространенных сегодня промковшах имеют место потоки, характеризующиеся малыми величинами сомножителей (F/V) и $k=D/\delta$ (где D – коэффициент диффузии, м²/с, δ – толщина пограничного неперемешиваемого слоя металла, м). Возможности дегазации стали невелики в сравнении с описанным потенциалом приходной части баланса водорода. В производственных экспериментах обнаружено, что [H] в промковше возрастает с 0,5 ppm (после вакуумирования) до 3-5 ppm и более на первых 3 - 4 плавках разливки методом «плавка на плавку».

Для стабильного получения металлопродукции нужного качества сталь в промковше целесообразно продувать через дно аргоном, что одновременно совпадает с современными тенденциями очищения стали от неметаллических включений.

Удельный расход аргона должен быть расчетным. Нижний его предел обеспечивает необходимую степень очищения стали от водорода и неметаллических включений, верхний – еще исключает вовлечение их из шлаковой фазы в металл усиливающимися нисходящими потоками.

Дальнейшие возможности промежуточного ковша по дегазации стали заложены почти в 10 раз большей водородопоглощаемости основных шлаков, чем тех же масс металла. При нейтральной газовой атмосфере целесообразно ограниченное расчетное обновление состава шлака в промковше в течение не-

прерывной серии спуском его части и вводом свежих порций СаО, которые не являются серьезным усложнением технологии непрерывной разливки стали.

УДК 669.094.1'22:66.042

В. Н. Власенко, А. М. Гришин

Национальная металлургическая академия Украины, Днепропетровск

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОКОМКОВАНИЯ И МЕТАЛЛИЗАЦИИ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ШЛАМОВ

Прямое получение железа для последующего передела в сталь как альтернатива доменному процессу имеет существенные преимущества, а именно: расширение ресурсов металлической шихты высокой степени чистоты и стабильного химического состава; возможность рационального использования топливно-энергетических запасов, в том числе некоксующихся углей и природного газа; возможность постройки мини-заводов.

Среди различных вариантов внедоменного получения железа наиболее эффективными являются способы, основанные на процессах металлизации железорудного сырья при умеренных температурах (без плавления) с использованием недефицитных газообразных и твердых восстановителей. В то же время вовлечение в передел железосодержащих отходов металлургического производства в качестве эффективного заменителя железорудного сырья является одной из важнейших задач ресурсосбережения в нынешней экономической ситуации.

В связи с изложенным в настоящей работе изучены физико-химические свойства и характеристики комкуемости дисперсных железосодержащих шламов: аглодоменного шлама Днепропетровского металлургического комбината (ДМК) и шлама завода им. Петровского (ДЗП). Последний являлся совокупным отходом различных металлургических цехов этого предприятия. Общее содержание железа в шламах находилось на уровне 48–50%, а углерода – 15,5 и 8,0 %, соответственно. Исследованы процессы окомкования шламов как самостоятельно, так и с добавками известняка, а также углеродистого отхода – пиролигнина, который получали путем тепловой обработки лигнина Запорожского гидролизно-дрожжевого завода при температуре 800^oC без доступа воздуха.