

ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНОЛОГИИ И ИССЛЕДОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ

СЕКЦИЯ «СТАЛИ И СПЛАВЫ»

УДК 669.187.15

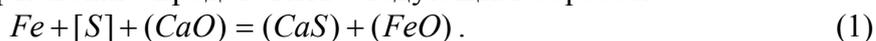
Н.А.Акиншин (5 курс, каф. СиС), В.П.Карасев, к.т.н., доц.

ДЕСУЛЬФУРАЦИЯ СТАЛИ ШЛАКОМ В УСЛОВИЯХ АКОС

Одной из главных задач внепечной обработки стали является удаление серы. Сера вносится в металл шихтовыми материалами и некоторыми видами топлива (коксовым газом, мазутом и др.).

Так как сера – поверхностно-активный элемент, то процесс десульфурации происходит в основном на поверхности раздела металл – шлак. Однако необходимо учитывать поведение серы в металле. Чем выше активность серы в металле, тем лучше условия для процесса десульфурации.

Механизм удаления серы можно представить следующим образом:



Принимая коэффициенты активности реагентов равными единице, уравнение для константы равновесия можно записать в следующем виде:

$$K_s = \frac{(CaS) \cdot (FeO)}{[S] \cdot (CaO)}, \quad (2)$$

Тогда коэффициент распределения серы будет равен:

$$L_s = \frac{(\%S)}{[\%S]} = \frac{K_s \cdot (CaO)}{(FeO)}. \quad (3)$$

Из уравнения (3) следует, что для удаления серы нужно создавать шлак с высокой основностью, т.е. с высоким содержанием извести и с пониженным содержанием оксида железа.

Положительную роль в ускорении процесса десульфурации играет повышение температуры стали. При этом увеличивается растворимость сульфида кальция в шлаке, ускоряется подвод серы к границе раздела металл – шлак и диффузионный перенос серы в шлак.

Положительную роль играет также раскисленность металла, поскольку снижается вредное влияние кислорода на процесс десульфурации. Увеличение степени десульфурации наблюдается лишь при содержании кислорода в металле менее 0,02% (рис. 1).

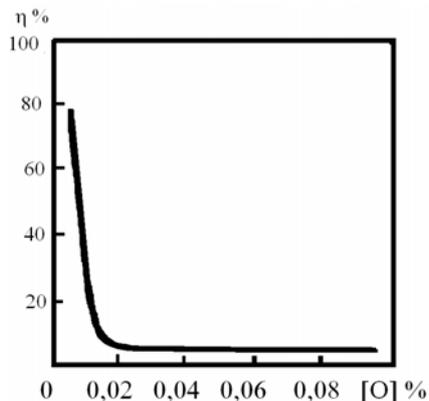


Рис. 1. Зависимость степени десульфурации металла η от его окисленности $[O]_x$

При продувке металла инертными газами во время внепечной обработки очень важно учитывать скорость вдуваемого газа. Интенсивный барботаж ванны аргоном может привести к нарушению сплошности шлака и контакту металла с окислительной атмосферой. Возникающее в результате этого вторичное окисление приводит к увеличению концентрации растворенного кислорода в стали. Исходя из этих соображений, в агрегатах внепечной обработки стали применяется мягкое барботирование, при

котором расход дутья составляет всего 0,01...0,03 м³/(т·мин). Такая интенсивность позволяет избежать оголения поверхности металла и контакта его с воздухом. При продувке с большей интенсивностью необходимо создавать над металлом либо защитную атмосферу, либо вакуум.

В кинетике массообмена между металлом и шлаком важную роль играют капли металла (корольки), попадающие во время продувки в шлак. Роль корольков связана с тем, что они имеют большую поверхность, что обеспечивает ускорение протекания реакций десульфурации на поверхности контакта корольков со шлаком. Если продолжительность пребывания корольков в шлаке достаточна для глубокого протекания реакций (в конечном счете до равновесия) и их количество в шлаке достаточно велико, то, циркулируя между металлом и шлаком, корольки ускоряют процесс десульфурации.

Количество корольков может достигать 30% от массы шлака. По размерам корольки в среднем распределяются следующим образом (табл. 1 [1]):

Таблица 1. Распределение корольков по фракциям

Фракция, мм	0 – 0,4	0,5 – 1,0	1,1 – 1,6	1,7 – 2,5	2,6 – 5,0	>5
Содержание, %	0,6	40,1	17,5	17,3	18,5	6,0

На примерах физического моделирования [2] распределения марганца в системе металл – шлак было показано, что при рафинировании стали суммарная поверхность корольков в 8...27 раз превышает поверхность контакта ванны металла со шлаком. Коэффициент массопереноса в корольках равен $\beta_{кор} \approx 10^{-3} \dots 10^{-2} \text{ см/с}$, суммарный коэффициент массопереноса составляет $\beta_F^{\Sigma} \approx 10^{-4} \dots 10^{-3} \text{ см/с}$. Так как интенсивность массопереноса прямо пропорциональна коэффициенту массопереноса и площади контакта реагирующих фаз, очевидно, что массоперенос в системе корольки – шлак преобладает и, по-видимому, определяет процессы окисления марганца в системе металл – шлак.

Таким образом, можно сделать предположение, что и при десульфурации стали корольки также значительно увеличивают скорость массообмена. При продувке металла аргоном необходимо подбирать такое значение интенсивности продувки, чтобы ванна металла перемешивалась как можно интенсивнее, количество корольков в шлаке было бы наибольшим, но при этом не происходило бы оголения поверхности металла.

Учитывая рассмотренные выше факторы, можно сделать вывод, что все они непосредственно влияют на скорость десульфурации, увеличивая или уменьшая ее. Большинство зависимостей, описывающих это влияние, получены экспериментальным путем. На данный момент не существует уравнения, которое учитывало бы влияние всех вышеперечисленных факторов на время продувки.

Можно представить время продувки как функцию основных параметров:

$$\tau_{пр.} = f([S_0], [S_k], (S_0), (S_k), \sigma_{МШ}, D, V_{Ar}, F, V), \quad (4)$$

где $[S_0]$, $[S_k]$, (S_0) , (S_k) – начальное и конечное содержание серы в металле и шлаке соответственно; $\sigma_{МШ}$ – поверхностное натяжение между металлом и шлаком; D – коэффициент диффузии серы; V_{Ar} – объем вдуваемого аргона; F – площадь поверхности металла; V – объем металла. Все эти факторы также непосредственно влияют на коэффициент массопереноса, однако их влияние не было рассмотрено в данной статье.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Кудрин В.А., Исаев Г.А., Шишимиров В.А. Рафинировочные технологии с более эффективным использованием материалов. // Сталь. 2001. № 11, с. 18.
2. Охотский В.Б., Джусов А.А. Распределение марганца в системе металл – шлак при продувке стали в ковше. // Изв. ВУЗов. Черная металлургия. 1990. № 9, с. 22.