КАРАГАНДИНСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АБИЛКАС САГИНОВА

SAGINOV TECHNICAL UNIVERSITY 1953



Дисциплина

ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ В ЛИТЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Лекция 9

ФИЗИКО - ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАСКИСЛЕНИЯ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Составитель: доктор технических наук, профессор Нурумгалиев А.Х.

Лекция 9
ФИЗИКО - ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАСКИСЛЕНИЯ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Цель лекции: Ознакомиться с процессом раскисления металлов и сплавов, изучить виды раскисления.

План лекции:

1. Общие положения
2. Глубинное раскисление
3. Диффузионное раскисление
4. Раскисление обработкой синтетическими шлаками
5. Раскисление обработкой вакуумом

Общие положения

Технологическую операцию, при которой растворенный в металле кислород переводится в нерастворимое в металле соединение или удаляется из металла, называют раскислением. После операции раскисления сталь называют раскисленной. Такая сталь при застывании в изложницах ведет себя "спокойно", из нее почти не выделяются газы, поэтому такую сталь часто называют "спокойной". Если же операцию раскисления не проводить, то в стали при ее постепенном охлаждении в изложнице будет протекать реакция между растворенным в металле кислородом и углеродом **[O] + [C] = $CO_{газ}$**. Образующиеся при этом пузырьки оксида углерода будут выделяться из кристаллизующегося слитка, металл будет бурлить. Такую сталь называют "**кипящей**".

В некоторых случаях раскисление стали проводят таким образом, чтобы удалить из нее не весь кислород. Оставшийся растворенный кислород вызывает кратковременное **"кипение"** металла в начале его кристаллизации. Такую сталь называют "полуспокойной".

Строение слитка кипящей и полуспокойной стали отличается от строения слитка спокойной стали. Применяют следующие способы раскисления стали: а) глубинное; б) диффузионное; в) обработкой синтетическими шлаками; г) обработкой вакуумом.


Способы раскисления стали:
Глубинное;
Диффузионное
Обработка синтетическими шлаками
Обработка вакуумом

Глубинное раскисление

Глубинное или осаждающее раскисление заключается в переводе растворенного в стали кислорода в нерастворимый окисел введением в металл элемента - раскислителя. Элемент - раскислитель должен характеризоваться большим сродством к кислороду, чем железо. В результате реакции образуется малорастворимый в металле окисел, плотность которого меньше плотности стали. Полученный таким образом "осадок" всплывает в шлак, отсюда название метода "**осаждающий**". Этот метод раскисления называют часто также "глубинным", так как раскислители вводятся в глубину металла. В качестве раскислителей обычно применяют марганец (в виде ферромарганца), кремний (в виде ферросилиция), алюминий, сплавы редкоземельных металлов и другие.

Раскисление протекает по следующим реакциям:

$$[Mn] + [O] = (MnO);\ [Si] + 2[O] = (SiO_2);$$
$$2[Al] + 3[O] = Al_2O_{тв};\ 2[Ce] + 3[O] = Ce_2O_{тв}\ \text{и т.д.}$$

Очень часто с целью получения в металле легкоплавких и хорошо всплывающих комплексов применяют так называемые комплексные раскислители, представляющие собой сплав нескольких раскислителей: **силикомарганец (Si + Mn), силикокальций (Si + Ca), сплав АМС (A1 + Mn + Si), сплав КМК (Si + Mn + Ca) и другие.**

Если условно обозначить элемент - раскислитель через Me, то реакцию осаждающего раскисления в общей форме можно записать так:

[Me] + [O] = (MeO).

Чем ниже активность продуктов раскисления, тем менее окислен металл после раскисления. При использовании комплексных раскислителей продукты реакции вступают между собой во взаимодействие, в результате чего величина их активности уменьшается.

Диффузионное раскисление

При диффузионном раскислении раскислению подвергают шлак. В тех случаях, когда металл не кипит, между значениями активности кислорода в металле и шлаке существует определенное отношение (закон распределения примесей, растворенных в двух несмешивающихся жидкостях).

Соответственно любой способ уменьшения активности окислов железа в шлаке приводит к снижению окисленности металла. Обычно при диффузионном раскислении на шлак дают смеси, в состав которых входят сильные восстановители: углерод (кокс, древесный уголь, куски угольных электродов), кремний (в виде ферросилиция) и алюминий.

Оксиды железа в шлаке взаимодействуют с восстановителями (раскислителями) по реакциям:

$$(FeO) + [C] = CO_{газ} + Fe;\ 2(FeO) + Si = (SiO_2) + 2Fe;$$
$$3(FeO) + 2Al = (Al_2O_3) + 3Fe.$$

Раскисление обработкой металла шлаком

Способ раскисления металла при обработке его шлаком вне печи можно рассматривать как разновидность диффузионного раскисления, проводимого не в печи, а в ковше или в специальном агрегате и отличающегося большой скоростью процесса. Если при выпуске из печи в ковш металл перемешивать со шлаком, не содержащим оксидов железа, то происходит то же, что и при диффузионном раскислении: диффузия кислорода из металла в шлак.

Перемешивание металла со шлаком можно осуществлять и другими способами (например, продувкой инертным газом).

Процесс протекает с большой скоростью, если струя металла при падении со значительной высоты на поверхность шлака дробится на капли, в результате чего образуется шлакометаллическая эмульсия с очень большой поверхностью контакта металл - шлак. Шлаки специально готовят отдельно (в отдельном плавильном агрегате), и их, поэтому называют обычно "синтетическими". Для того, чтобы при перемешивании синтетического шлака с металлом добиться уменьшения окисленности металла, главным является соблюдение требования минимального содержания оксидов железа в таком шлаке.

Раскисление обработкой вакуумом

Обработка металла вакуумом с целью раскисления основана на использовании раскисляющего действия растворенного в жидкой стали углерода. Существует даже термин "углеродно - вакуумное" раскисление или просто "углеродное" раскисление. Под этим понимается удаление из металла кислорода при понижении давления (при вакуумировании) вследствие его реакции с углеродом. При обработке вакуумом снижается не только содержание растворенного кислорода, но и количество оксидных неметаллических включений вообще вследствие протекания реакций типа $MeO + [C] = CO_{газ} + Me$, равновесие которых сдвигается вправо при понижении давления. В тех случаях, когда металл раскислен ферросилицием и алюминием, образуются прочные оксиды SiO_2 и Al_2O_3, разрушить которые можно только под очень глубоким вакуумом в специальных вакуумных печах.

Следует иметь в виду, что при обработке металлов вакуумом одновременно с разрушением оксидных включений удаляются также растворенные в них азот и особенно водород.

Глоссарий:

1. **Раскисление** - технологическая операция, при которой растворенный в металле кислород переводится в нерастворимое в металле соединение или удаляется из металла.
2. **Спокойная сталь** - стали, которой при застывании в изложницах ведет себя спокойно.
3. **Глубинное или осаждающее раскисление** - перевод растворенного в стали кислорода в нерастворимый окисел введением в металл элемента - раскислителя.

Список литературы

1. Вегман Е.Ф., Жеребин Б.Н., Похвиснев А.Н., и др. Металлургия чугуна. М.: Академкнига, 2004. - 774с.
2. Ефименко Г.Г., Гиммельфарб А.А., Левченко В.Е. Металлургия чугуна. К.: Вища школа, 1988. - 351с.
3. Явойский В.И., Кряковский Ю.В., Григорьев В.П., и др. Металлургия стали. М.: Металлургия, 1983. - 583с.
4. Борнацкий И.И., Баптизманский В.И., Исаев Е.И., и др. Современный кислородно – конвертерный процесс. М.: Металлургия, 1974. - 264с.
5. Григорян В.А., Белянчиков А.Н., Стомахин А.Я. Теоретические основы электросталеплавильных процессов. М.: Металлургия, 1989г.