

Раздел 04. Материаловедение.

Урок 27- 32 Гр. 03

Тема: Производство стали

В качестве исходных материалов при производстве стали используются жидкий или твердый чугун, металлолом, а также раскислители, легирующие и шлакообразующие материалы. В зависимости от наличия в данном регионе или на данном заводе тех или иных шихтовых материалов (в первую очередь жидкого чугуна) сталь производят в конвертерах, мартеновских или электродуговых печах: при наличии жидкого чугуна - в конвертерах или мартеновских печах, при его отсутствии - в мартеновских или электродуговых печах.

При переделе чугуна и металлолома в сталь решается несколько основных задач: плавление и нагрев шихты до температуры, обеспечивающей проведение последующих операций (обычно 1600.. 1650 °С, рафинирование стали от вредных примесей (обычно к ним относят серу, фосфор, водород и азот), легирование и, наконец, получение из жидкой стали стального слитка или непрерывно литой заготовки. Нагрев до заданной температуры и частично рафинирование и легирование производятся в сталеплавильных агрегатах, окончательное рафинирование и легирование - в сталеразливочных ковшах после выпуска плавки из агрегата с помощью специализированных установок и разливка - в изложницы или на машинах непрерывного литья заготовок (МНЛЗ).

В своей основе производство стали - процесс окислительный, так как в его ходе требуется прежде всего окислить избыток углерода (содержание последнего в стали значительно ниже, чем в чугуне) и примеси.

Исключительно велика и роль шлаков в процессе производства стали. Шлаковый режим, определяемый количеством и составами шлака, оказывает большое влияние на качество готовой стали, стойкость футеровки и производительность сталеплавильного агрегата. Шлак образуется в результате окисления составляющих части шихты, из оксидов футеровки печи, флюсов и руды. По свойствам шлакообразующие компоненты можно разделить на кислотные (SiO_2 ; P_2O_5 ; TiO_2 ; и др.), основные (CaO ; MgO ; FeO ; MnO и др.) и амфотерные (Al_2O_3 ; Fe_2O_3 ; Cr_2O_3 ; и др.) оксиды. Важнейшими компонентами шлака, оказывающими основное влияние на его свойства, являются оксиды SiO_2 и CaO .

Шлак выполняет несколько важных функций в процессе выплавки стали:

1. Связывает все оксиды (кроме CO), образующиеся в процессе окисления примесей чугуна. Удаление таких примесей, как кремний, фосфор и сера происходит только после их окисления и обязательного перехода в виде оксидов из металла в шлак. В связи с этим шлак должен быть надлежащим образом подготовлен для усвоения и удержания оксидов примесей;
2. Во многих сталеплавильных процессах служит передатчиком кислорода из печной атмосферы к жидкому металлу;

3. В мартеновских и дуговых сталеплавильных печах через шлак происходит передача тепла металлу;

4. Защищает металл от насыщения газами, содержащимися в атмосфере печи. Изменяя состав шлака, можно отчищать металл от таких вредных примесей, как фосфор и сера, а также регулировать по ходу плавки содержание в металле марганца, хрома и некоторых других элементов.

Для того, чтобы шлак мог успешно выполнять свои функции, он должен в различные периоды сталеплавильного процесса иметь определенный химический состав и необходимую текучесть (величина обратная вязкости). Эти условия достигаются использованием в качестве шихтовых материалов плавки расчетных количеств шлакообразующих — известняка, извести, плавикового шпата, боксита и др.

Производство стали в конвертерах

Кислородно-конвертерный процесс представляет собой один из видов передела жидкого чугуна в сталь без затраты топлива путем продувки чугуна в конвертере технически чистым кислородом, подаваемым через фурму, которая вводится в металл сверху. Количество воздуха необходимого для переработки 1 т чугуна, составляет 350 кубометров.

Впервые кислородно-конвертерный процесс в промышленном масштабе был осуществлен в Австрии в 1952 - 1953 гг. на заводах в городах Линце и Донавице (за рубежом этот процесс получил название ЛД по первым буквам городов, в нашей стране - кислородно-конвертерного).

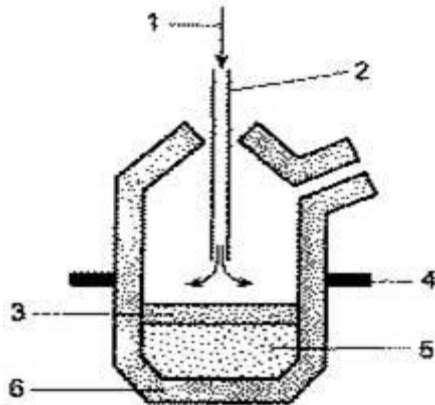
Кислородно-конвертерный процесс используется главным образом для получения углеродистых сталей. Он характеризуется большой производительностью. За 40-45 мин в одном конвертере может быть получено 300-350 т стали.

Сущность производства стали в конвертерах заключается в том, что при вдувании газообразного кислорода в металл происходит окисление железа, углерода, кремния и марганца.

В результате протекания этих реакций выделяется тепло, обеспечивающее не только нагрев металла, но и возможность перерабатывать до 30 % металлолома. Продукты реакции окисления железа, марганца и кремния образуют первичный шлак, который может интенсивно растворять футеровку. Для предотвращения разрушения футеровки в конвертер добавляют известь. Шлак с высоким содержанием СаО слабо взаимодействует с футеровкой. Кроме того, такой шлак обеспечивает рафинирование стали от фосфора и частично от серы.

В настоящее время при производстве стали применяется два типа конвертеров: с продувкой кислородом сверху и с комбинированной продувкой. Собственно конвертер (рис.1) представляет собой металлический сварной кожух, футерованный внутри. В качестве огнеупорного материала используется обычно смолодоломитовый кирпич. Футеровка конвертера работает в тяжелых условиях. На нее воздействуют высокие температуры и ее колебания, она испытывает механические удары кусков твердых загружаемых материалов. Особо тяжелые условия работы футеровки - в зоне шлакового пояса. Стойкость футеровки достигает 1000 и более плавов.

Можно выделить три основных периода в конвертерном производстве стали: загрузку шихтовых материалов, продувку кислородом и выпуск плавки. Загрузку конвертера обычно начинают с завалки металлолома из специальных лотков с помощью завалочной машины. Для этого конвертер загружают в наклонном положении. Затем в конвертер заливается чугун. После этого конвертер возвращают в вертикальное положение и начинают добавку шлакообразующих материалов (главным образом, извести). Одновременно в конвертер опускают кислородную фурму и начинают продувку техническим кислородом. По ходу продувки продолжают добавку шлакообразующих.



*Конвертер для выплавки стали:
1-кислород и CaO , 2-медная
трубка с водяным охлаждением
для кислородного дутья, 3-шлак,
4-ось, 5-расплавленная сталь, 7-
стальной корпус.*

Рисунок 1.

Высокая интенсивность продувки кислородом обеспечивает циркуляцию металла и его перемешивание со шлаком. Длительность продувки составляет 12-16 мин. Окончание продувки определяется по количеству введенного кислорода с учетом количества и состава шихтовых материалов.

Температура расплава в первые минуты продувки практически не изменяется, так как все тепло, выделяющееся в результате окислительных реакций, расходуется на плавление металлолома. После окончания его плавления наблюдается непрерывное повышение температуры расплава. После окончания продувки кислородную фурму поднимают и в металл сверху (параллельно кислородной фурме) вводят зонд для автоматического отбора пробы на экспресс-анализ и измерения температуры. Если состав металла и его температура соответствуют требованиям, приступают к выпуску плавки, если нет - производят корректировку состава. В том случае, если анализ показал повышенное (по сравнению с маркой стали) содержание углерода или недостаточную температуру, то производят додувку плавки. Если же содержание углерода ниже требуемого, в ковш вместе с выпускаемым металлом добавляют графит или молотый кокс в необходимых количествах.

Выпуск плавки производят в специальный сталеразливочный ковш через летку. В ходе выпуска стремятся полностью исключить попадания в ковш вместе с металлом конвертерного шлака. А для предотвращения быстрого охлаждения металла в ковше туда добавляют специальную теплоизолирующую смесь или синтетический шлак. Кроме того, при необходимости в ковш по ходу выпуска стали добавляют раскислители и легирующие. Конвертерный шлак сливают в шлаковую чашу.

Применение комбинированной продувки за счет более интенсивного перемешивания металла и шлака способствует улучшению рафинирования стали и увеличению выхода годного за счет устранения выбросов и снижения окисления железа в шлак.

Кислородно-конвертерный процесс является самым производительным из всех процессов производства стали. Современный конвертерный цех с двумя конвертерами (один - в работе, другой - в ремонте) обеспечивает производство до 5 млн. т стали в год.

Качество стали в первую очередь определяется содержанием вредных примесей, таких как фосфор и сера, поступающих вместе с чугуном; водород и азот, попадающих в металл с ломом и из атмосферы. Благоприятные условия рафинирования стали в конвертере и отсутствие в процессе производства контакта с водородом и азотом позволяют производить сталь самого высокого качества.

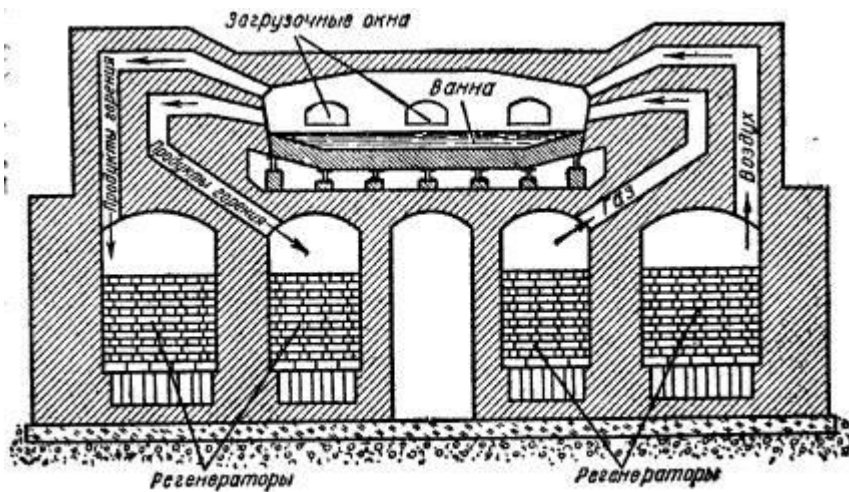
Производство стали в мартеновских печах

Сущность мартеновского процесса состоит в переработке чугуна и металлического лома на паду отражательной печи. В мартеновском процессе в отличие от конвертерного не достаточно тепла химических реакций и физического тепла шихтовых материалов. Для плавления твердых шихтовых материалов, для покрытия значительных тепловых потерь и нагрева стали до необходимых температур в печь подводится дополнительное тепло, получаемое путем сжигания в рабочем пространстве топлива в струе воздуха, нагретого до высоких температур.

Для обеспечения максимального использования подаваемого в печь топлива (мазут или предварительно подогретые газы) необходимо, чтобы процесс горения топлива заканчивался полностью в рабочем пространстве. В связи с этим в печь воздух подается в количестве, превышающем теоретически необходимое. Это создает в атмосфере печи избыток кислорода. Здесь также присутствует кислород, образующийся в результате разложения при высоких температурах углекислого газа и воды.

Таким образом, газовая атмосфера печи имеет окислительный характер, т. е. в ней содержится избыточное количество кислорода. Благодаря этому металл в мартеновской печи в течение всей плавки подвергается прямому или косвенному воздействию окислительной атмосферы.

Для интенсификации горения топлива в рабочем пространстве часть воздуха идущего на горение, может заменяться кислородом. Газообразный кислород может также подаваться непосредственно в ванну (аналогично продувке металла в конвертере).



Мартеновская печь.

Рисунок 2.

В результате этого во время плавки происходит окисление железа и других элементов, содержащихся в шихте. Образующиеся при этом оксиды металлов FeO , Fe_2O_3 , MnO , CaO , P_2O_5 , SiO_2 и др. Вместе с частицами постепенно разрушаемой футеровки, примесями, вносимыми шихтой, образуют шлак. Шлак легче металла, поэтому он покрывает металл во все периоды плавки. Шихтовые материалы основного мартеновского процесса состоят, как и при других сталеплавильных процессах, из металлической части (чугун, металлический лом, раскислители, легирующие) и неметаллической части (железная руда, мартеновский агломерат, известняк, известь, боксит).

Чугун может применяться в жидком виде или в чушках. Соотношение количества чугуна и стального лома в шихте может быть различным в зависимости от процесса, выплавляемых марок стали и экономических условий.

По характеру шихтовых материалов основной мартеновский процесс делится на несколько разновидностей, наибольшее распространение из которых получили скрап-рудный и скрап-процессы.

При скрап-рудном процессе основную массу металлической шихты (от 55 до 75 %) составляет жидкий чугун. Этот процесс широко применяется на заводах с полным металлургическим циклом.

При скрап-процессе основную массу металлической массы шихты (от 55 до 75 %) составляет металлический лом. Чугун (25 - 45 %), как правило, применяется в твердом виде. Таким процессом работают заводы, на которых нет доменного производства.

Контрольные вопросы:

1. Какой процесс лежит в основе производства стали.
2. В каких печах производят сталь.
3. В чем главное отличие конверторного способа выплавления стали от мартеновского.

