

«Внепечная обработка металлов»

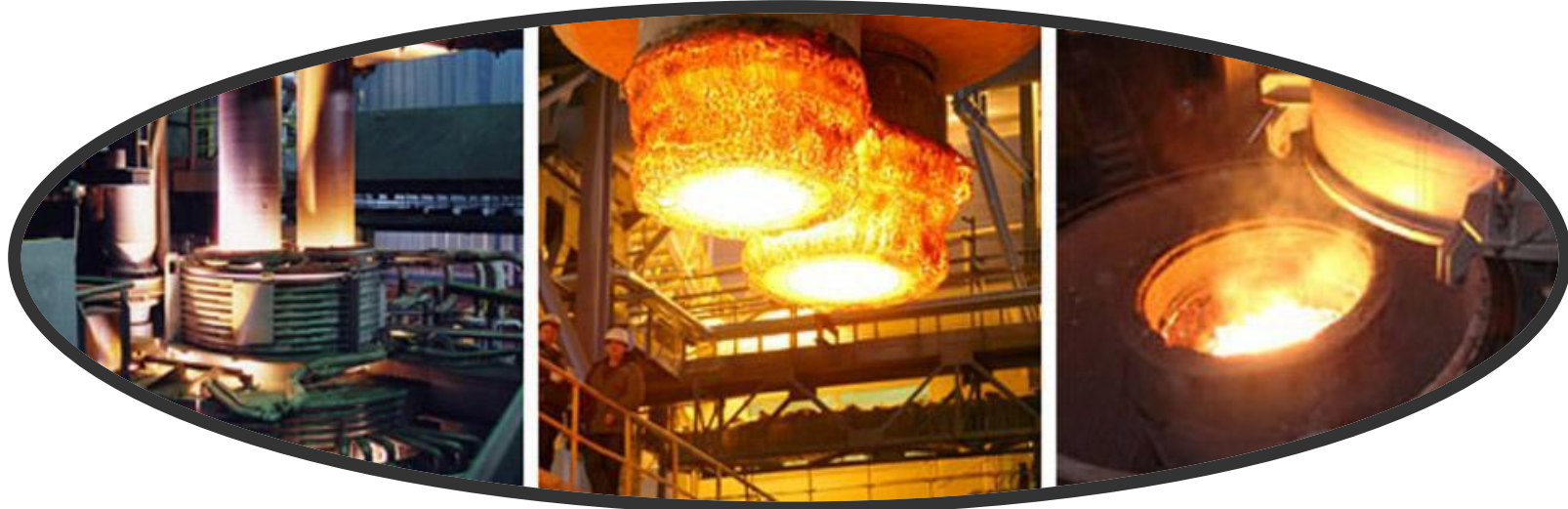


Автор: Мингажев Михаил

Группа: ЛП-301/Б

История.

Ограниченные возможности регулирования физических и физико-химических условий протекания процессов плавки стали в сталеплавильных агрегатах, повышение требований к качеству стали, а также необходимость разработки технологии и производства стали принципиально нового качества привели к созданию новых сталеплавильных процессов, соответствующих современному уровню развития техники. Одним из элементов таких технологий является внепечная обработка стали. Обеспечивая получение не только высокого, а в ряде случаев нового качества, но и повышение производительности сталеплавильных агрегатов, внепечная обработка стали начала особенно быстро развиваться в 60-70-х годах и стала неотъемлемой частью сталеплавильного производства.



Внепечная обработка стали — промежуточный передел между выплавкой стали и её разливкой — является относительно новым переделом и обязан своим развитием и успехами в первую очередь достижениям физической химии металлургических процессов и гидродинамики. Внепечная обработка стали начала активно применяться с 60-х годов, главным образом для **повышения производительности дуговых сталеплавильных печей и конвертеров, позволяя вынести часть процессов рафинирования из этих агрегатов в ковш.** Однако уже начало внедрения современных процессов внепечной обработки показало, что они **позволяют существенно улучшить качество стали (механические свойства, коррозионную стойкость, электротехнические показатели и др.), но и получить сталь с принципиально новыми свойствами.** Повышение качества стали **привело к росту работоспособности машин и конструкций при уменьшении их массы.** Другим важным фактором, обеспечившим этот результат, явилась возможность гарантированно получать сталь с узкими пределами содержания элементов. Это позволило **уменьшить коэффициент запаса прочности, учитываемый при проектировании, с обычных 1,5 — 3,0 до 1,2 — 1,4, то есть примерно в два раза при сохранении низкого качества стали, её однородности, низкого содержания включений.**

Особенности внепечной обработки

- Metallurgical processes, ensuring the achievement of the specified results, are more effective during out-of-furnace processing than in steel-making furnaces due to the special features of out-of-furnace processing:
- а) создание наиболее благоприятных термодинамических условий для развития данного процесса, в частности наводка шлака, обеспечивающего наиболее глубокую десульфурацию; б) увеличение скорости взаимодействия с газовой фазой или шлаком вследствие дробления металла на порции (капли) с развитой контактной поверхностью; в) повышение интенсивности массопереноса в металле вследствие его дробления на порции (капли) и, следовательно, увеличение градиента концентраций растворённых в нём элементов.
- Results of out-of-furnace processing are determined by the methods and technology used, with which it is carried out. New metal processing technologies, both in steel-making furnaces and primarily outside them, have led to a significant increase in the scale of steel and alloy production, uniform in properties and containing a negligible amount of gases, non-metallic inclusions. This complication of technology is justified by the achievable results in terms of quality and reliability of metal production.



Методы внепечной обработки

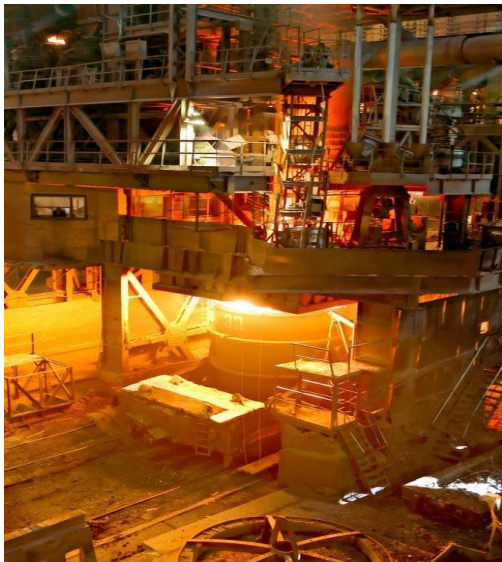
- Методы внепечной обработки стали могут быть условно разделены на **простые** (обработка одним способом) и **комбинированные** (обработка металла несколькими способами одновременно). К простым методам относятся: 1) обработка металла вакуумом; 2) продувка инертным газом; 3) обработка металла синтетическим шлаком, жидкими и твёрдыми шлаковыми смесями; 4) введение реагентов в глубь металла.
- Основными недостатками перечисленных простых способов обработки металла являются: а) необходимость перегрева жидкого металла в плавильном агрегате для компенсации падения температуры металла при обработке в ковше; б) ограниченность воздействия на металл.
- Лучшие результаты воздействия на качество металла достигаются при использовании комбинированных или комплексных способов, когда в одном или нескольких последовательно расположенных агрегатах осуществляется ряд операций. Выбор необходимого оборудования определяется той или иной технологией обработки металла. Несмотря на многоплановость задач, возникающих при решении проблемы повышения качества металла методами вторичной металлургии, используемые при этом приёмы немногочисленны: а) интенсификация процессов взаимодействия металла с жидким шлаком или твёрдыми шлакообразующими материалами путём организации интенсивного перемешивания; б) интенсификация процессов газовыделения путём обработки металла вакуумом или продувкой инертным газом; в) интенсификация процессов взаимодействия с вводимыми в ванну материалами для раскисления и легирования (подбор комплексных раскислителей оптимального состава, введение раскислителей в глубь металла в виде порошков, блоков, с помощью специальной проволоки, искусственное перемешивание с целью облегчения условий удаления продуктов раскисления и т. д.).



- В настоящее время методами внепечной металлургии обрабатывают сотни миллионов тонн стали массового назначения, установки для внепечной обработки имеются на всех заводах качественной металлургии. Обработке подвергают сталь, выплавленную в мартеновских печах, дуговых электропечах и конвертерах. **Быстрое распространение в широких масштабах внепечной обработки стали объясняется рядом причин:**
- 1. Распространением метода непрерывной разливки стали, который, в свою очередь, для высокопроизводительной работы установок требует точного (и стандартного от плавки к плавке) регулирования температуры и химического состава металла. В результате практически вся сталь, разливаемая на установках непрерывной разливки, подвергается внепечной обработке.
- 2. Непрерывно увеличивающиеся масштабы производства сплавов ответственного назначения, которые трудно получить при обычной технологии плавки.
- 3. Возрастающими масштабами производства сталей и сплавов с особо низким содержанием углерода.
- 4. Повышением требований к качеству рядовых сталей, выплавляемых в конвертерах и мартеновских печах.
- 5. Определенную роль в распространении новых методов вторичной металлургии играет и то обстоятельство, что эти методы позволяют коренным образом изменять структуру и тип потребляемых ферросплавов и раскислителей в сторону существенного снижения требований к их составу и соответствующего их удешевления. Например, использование метода аргоно-кислородной продувки позволило перерабатывать высокоуглеродистые ферросплавы и отказаться от использования дорогих низкоуглеродистых ферросплавов .
- 6. Наличие в цехе агрегатов, в которых осуществляется внепечная обработка стали, позволяет сократить (или вообще исключить) проведение периода доводки в собственно сталеплавильных агрегатах. Особенно это касается дуговых и мартеновских печей. Соответственно возрастает производительность этих агрегатов, снижается расход огнеупоров, топлива, электроэнергии и т.д. В результате внедрения методов внепечной обработки в современных электродуговых печах осуществляется только расплавление шихты, а все операции по доводке металла производятся в агрегатах внепечной обработки.
- 7. Современные методы внепечной обработки позволяют получать готовую сталь и металлопрокат с очень малым ("ультранизким") содержанием углерода (менее 0,003%) и азота (менее 0,003 %). В результате стало возможным появление нового класса сталей - так называемых IF-сталей. Ввод в состав этих сталей небольших количеств карбидо- и нитридообразующих элементов (таких как титан, ниобий, бор) позволяет полностью исключить наличие свободных атомов внедрения - углерода и азота — в кристаллической решетке при любых условиях охлаждения после прокатки и термической обработки и существенно повышает пластические свойства, деформируемость и штампуемость металлопродукции.

Под внепечной обработкой металлов (сплавов) наиболее часто подразумевают "ковшовое легирование" - введение легирующих элементов на дно разогретого ковша или на струю металла, выдаваемого из плавильной печи в ковш; по сравнению с введением легирующих элементов в шихту, ковшовое легирование снижает потери от окисления элементов, уменьшает их расход, повышает точность состава металла.

Однако внепечная обработка - это, по определению, обработка металлов и сплавов вне печи, и "ковшовое легирование" - лишь один из методов такой обработки. Обработка расплава в изложнице, например, также является одним из методов внепечной обработки металла.



Развитие внепечной обработки чугуна и стали позволяет выбрать технологию комплексной обработки, включающую одну или несколько операций одновременно - для каждого конкретного случая, с учётом требований, индивидуальных особенностей материала, технологии изготовления отливки и производственных условий.

Кроме того к методам внепечной обработки относятся такие способы воздействия на металл, как: способ пульсирующего дутья, пульсирующее перемешивание, электромагнитное перемешивание, электродуговой разряд, армирование металла при кристаллизации, использование керамических фильтров для рафинирования металла от включений и другие. В настоящее время получают развитие технологии внепечной обработки в процессе непрерывной разливки. Внепечная обработка: введение модификаторов при помощи трайб-аппарата

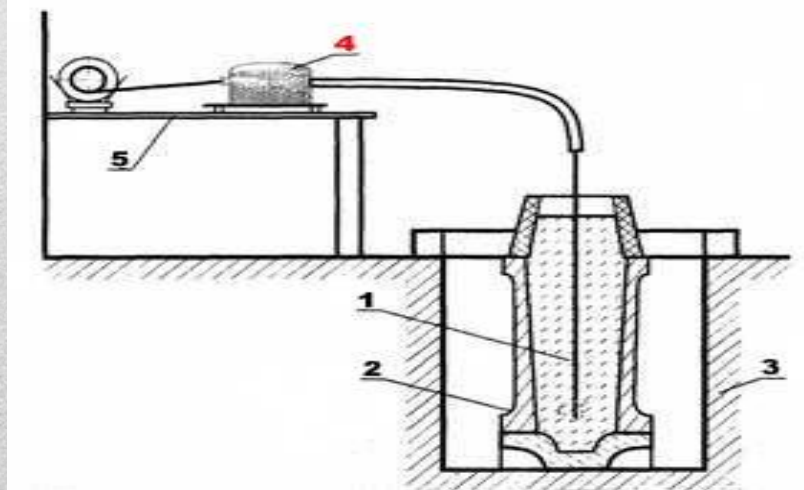
Внепечная обработка наряду с повышением производительности плавильных агрегатов позволяет обеспечить получение высокого и стабильного качества литых деталей.

Применительно к отливкам из высококачественных чугунов с пластинчатым, шаровидным и вермикулярным графитом можно выделить следующие задачи, решаемые с помощью внепечной обработки: усреднение и стабилизация температуры и химического состава; доводка по содержанию основных и легирующих элементов; рафинирование от растворённых в исходном расплаве вредных примесей; удаление из расплава шлаковых и неметаллических включений, образующихся, в частности, в результате рафинирования и модифицирования; графитизирующее и сфероидизирующее модифицирование чугуна.

По истории развития внепечной обработки расплавов как в большой, так и в малой металлургии на сегодня написано и издано большое количество трудов, книг. Практика применения различных технологий внепечной обработки обширна и разнообразна. Пожалуй, до недавнего времени более изученными и систематизированными были методы внепечной обработки стали, что обусловлено историческими и экономическими предпосылками.

Трайб-аппарат

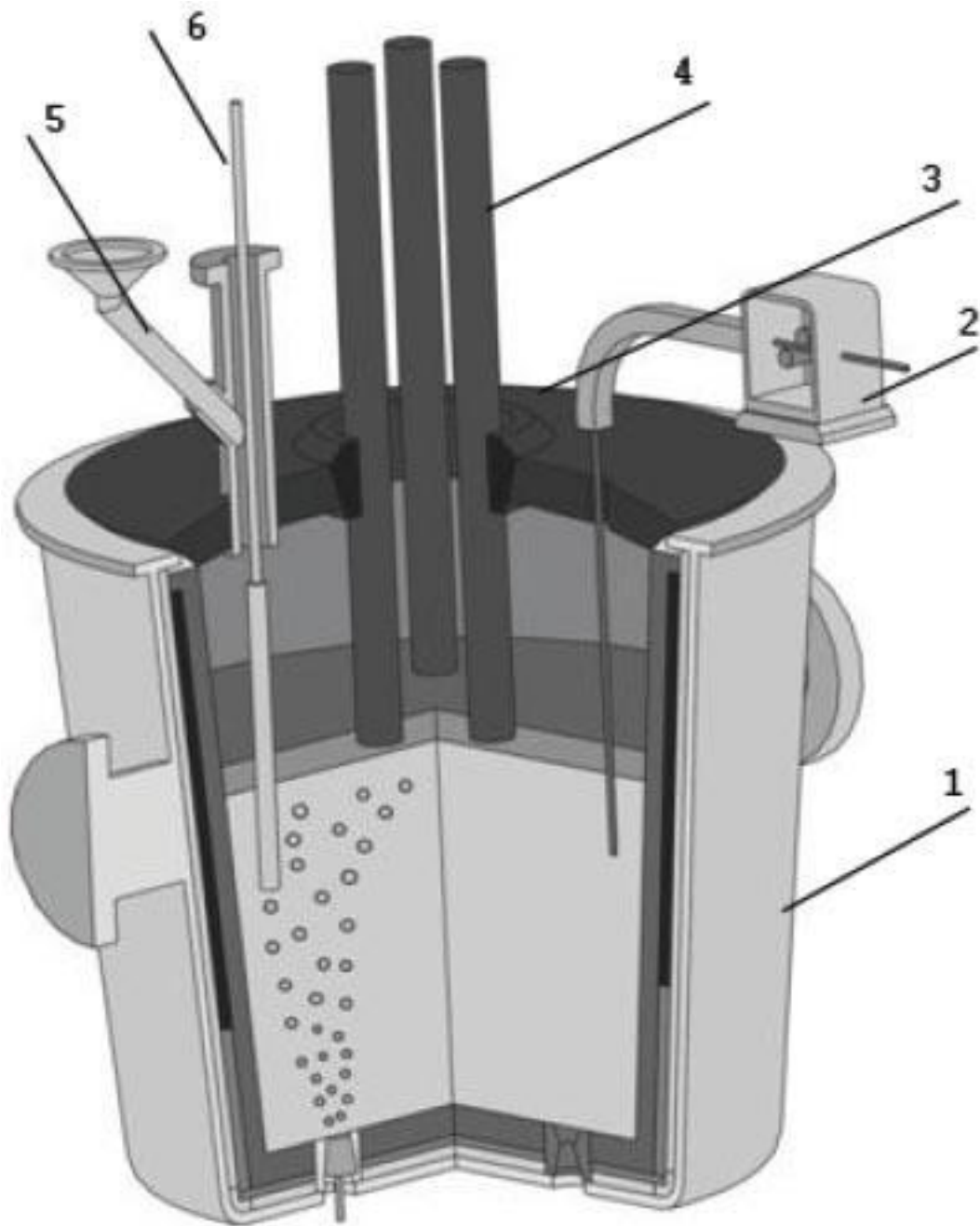
- Трайб-аппарат - это специальный аппарат, с помощью которого порошковую проволоку вводят в расплав металла. Трайб-аппараты применяются для самых разных видов внепечной обработки: для легирования, модифицирования, раскисления, десульфурации - в зависимости от используемого в порошковой проволоке наполнителя.
- При помощи трайб-аппаратов порошковую проволоку с заданными скоростью и расходом материала вводят в металл при доводке металла на установках типа «ковш-печь». Такой способ ввода ограничивает тепловой поток на реагент в начале обработки, предотвращает его взаимодействие с расплавом в верхних слоях металла, способствуя плавлению реагента в нижних горизонтах жидкого металла, что увеличивает время контакта и позволяет более эффективно использовать элементы, имеющие низкие температуры плавления, кипения и малую растворимость в металле. Особенно широко способ применяется при обработке стали.
- На рисунке представлена схема введения модификатора в изложницу на примере метода "сверхпозднего" модифицирования (способ, описанный В.Г. Зинченко, И.В. Судоргиным и В.Е. Роциным). Цифрами обозначены 1 – проволока с модификатором; 2 – изложница; 3 - разливочная канава; 4 – трайб-аппарат; 5 – разливочная площадка. В данном случае обработку стали вели порошковой проволокой с наполнителем, содержащим комплексный модификатор, после наполнения металлом изложниц вместимостью 33,6т.
- Трайб-аппарат, как правило, состоит из собственно устройства (механизма) подачи проволоки и шкафа (системы) управления. Система управления трайб-аппаратом состоит из преобразователя частоты, контроллера электроавтоматики, панели управления, другой аппаратуры. В конструкцию также входит механизм ручного прижима либо пневматического прижима. **Принцип работы трайб-аппарата основан на протягивании проволоки через направляющие вследствие прижима ее прижимными роликами к приводным роликам.** Существует ряд вариантов конструкций трайб-аппаратов. По способу подачи они, к примеру, могут быть однородожечными, двухродожечными, четырёхродожечными. Их также называют "одноручьевыми", "двухручевыми" и т.п. Управляться трайб-аппараты могут счётчиком-индикатором, различными контроллерами, компьютерами. Установка трайб-аппарата также может быть дополнительно укомплектована вспомогательными устройствами (стенд бухтоприёмный).



Агрегат «КОВШ-ПЕЧЬ»

Агрегат ковш-печь или установка ковш-печь, также называется агрегатом комплексной обработки стали (АКОС) — это звено в единой технологической схеме с дуговыми печами, конвертерами и мартенами для доведения металла в ковше, после его выпуска из плавильного агрегата, до заданной температуры и химического состава.





Общая схема установки ковш-печь: 1 - Сталеразливочный ковш; 2 -Трайб-аппарат; 3-Свод агрегата ковш-печь; 4-Графитированные электроды; 5-Воронка подачи сыпучих, 6. Аварийная фурма

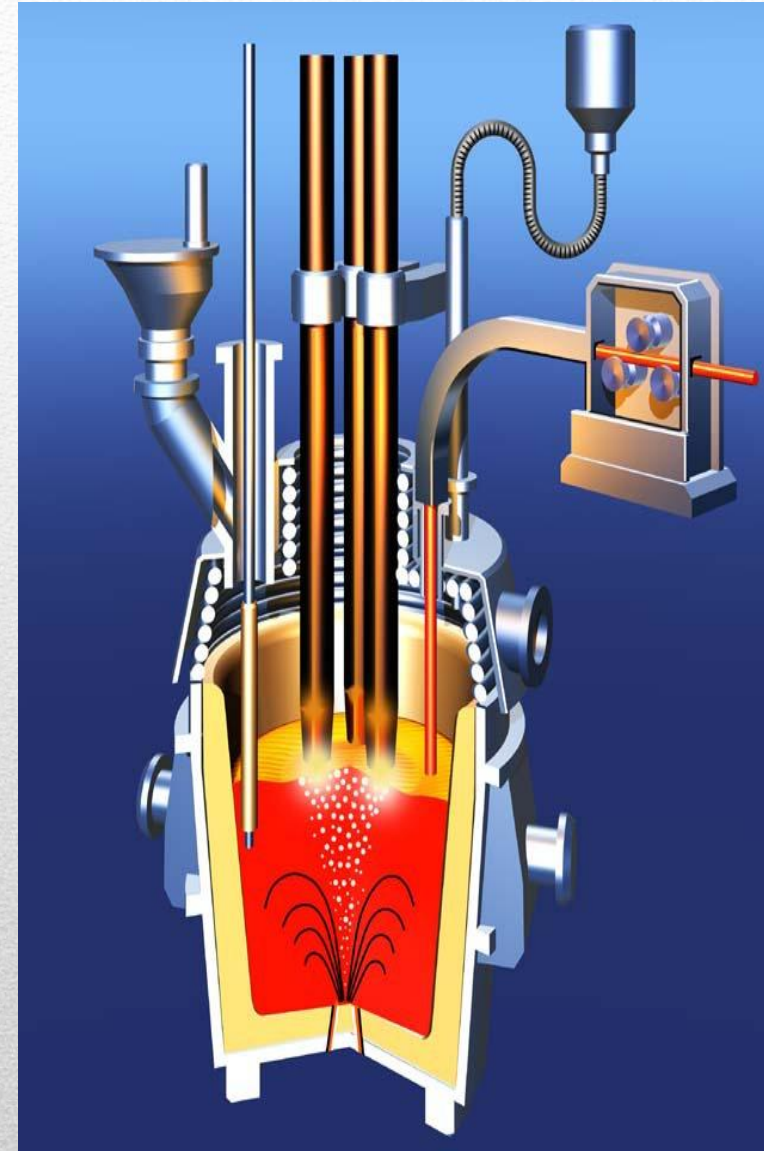
Обработка в ковш-печи

Широкое распространение при внепечной обработке стали получил разработанный в 1971 г. фирмой Daido Steel (Япония) процесс рафинирования в сталеразливочном ковше с использованием подогрева металла электрической дугой. Установка, на которой реализуется этот процесс, получила название «Агрегат ковш-печь» (АКП).

Агрегат ковш-печь используется в комплексе с плавильными агрегатами, в которых выплавляется полупродукт. В качестве таких агрегатов используются кислородные конвертеры, дуговые и мартеновские печи, в которых проводятся расплавление металлолома и ферросплавов с малым угаром и проводится окислительный период. Затем металл сливают в стальковш, по возможности исключая попадание в него печного шлака. До и во время выпуска металла в ковш отдаются раскислители, шлакообразующие и легирующие материалы.

В случае попадания в ковш большого количества окисленного шлака, его удаляют. **После выпуска металла ковш поступает на агрегат ковш-печи, где проводятся операции окончательного раскисления, десульфурации, легирования и модифицирования.** Ковш накрывается водоохлаждаемым или футерованным сводом с отверстиями для введения графитированных электродов, подачи присадок и контроля процесса, наводят свежий высокоосновный шлак, обладающий высокой десульфурующей способностью и защищающий металл от вторичного окисления окружающей атмосферой.

Основные требования к АКП: контроль атмосферы над ванной, регулируемый нагрев металла, интенсивное перемешивание ванны без загрязнения металла атмосферой (вторичного окисления, азотирования), наведение высокоосновного восстановительного шлака.



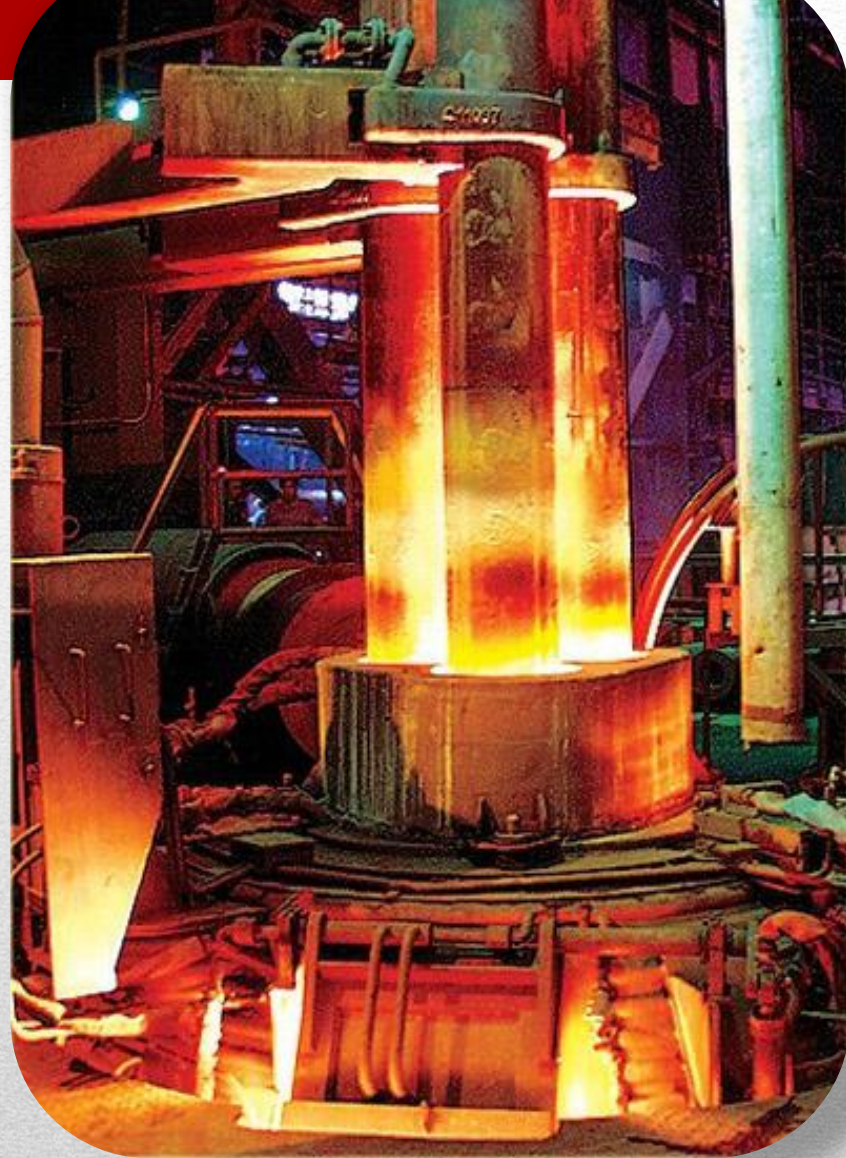
Агрегат ковш-печь снабжен устройствами для введения сыпучих материалов (бункерная эстакада с весодозирующими устройствами) и трайб-аппаратами для введения материалов в виде проволоки. Нагрев металла на АКП осуществляется также, как и в дуговых печах (ДСП), но мощность трансформаторов установок ковш-печь значительно меньше, чем используется на дуговых печах и составляет 100—160 кВА/т. Это объясняется отсутствием такой энергозатратной стадии, как расплавление лома, тепло затрачивается только на расплавление вводимых материалов и поддержание температуры металла. Кроме этого, мощность подвода тепла ограничивается повышенным износом кладки ковша выше уровня металла ввиду малого (по сравнению с дуговой печью) диаметра ковша. Удельный расход электроэнергии на АКП составляет примерно 10 % от суммы всех энергозатрат на выплавку стали.

Во время обработки через днище ковша осуществляется продувка металла инертным газом (аргон или азот) для перемешивания металла с целью усреднения его по химическому составу и температуре, кроме этого продувка металла способствует выведению неметаллических включений из металла. Вдувание газа осуществляется через пористые пробки, от одной до трех штук на крупнотоннажном ковше. Также возможно электромагнитное перемешивание металла.

После достижения заданных значений по химическому составу и температуре, ковш с металлом передают на обработку или разливку на другие агрегаты, например МНЛЗ.

Агрегат ковш-печь может использоваться в сочетании с обработкой металла на других агрегатах внепечной обработки.

Использование агрегатов ковш-печь позволило вынести из плавильных агрегатов восстановительный период и доводку металла, что резко повысило производительность сталеплавильного производства.



Конец презентации.
