

Раздел 6. Теория и технология разливки стали.
6.1. Разливка стали в изложницы

Лекция № 152

Тема: Технология разливки кипящей и полуспокойной стали. Основные параметры разливки

План лекции:

1. Технология разливки кипящей и полуспокойной стали. Основные параметры разливки

Кипящей называется сталь, при разливке которой наблюдается «кипение» металла в изложнице в период кристаллизации слитка. Она раскисляется только ферромарганцем. В процессе раскисления образующая окись углерода вместе с другими растворенными в стали газами выделяется из металла, что создает впечатление кипения стали в изложницах. Кипящая сталь легче сваривается, чем спокойная, и очень хорошо штампуется. Из нее меньше отходов при прокатке. Стоимость кипящей стали меньше стоимости спокойной. Отрицательным свойством кипящего металла, особенно при отливке тяжелых слитков, является большая неоднородность химического состава по высоте и поперечному сечению слитка.

Кипящую сталь разливают и сифоном, и сверху в уширяющиеся книзу сквозные изложницы. в обоих случаях для предотвращения заплесков металла на стенки изложницы и образования плен на нижней поверхности слитков стопор открывают плавно и нижнюю часть изложницы заполняют медленно. В дальнейшем скорость наполнения изложницы при разливке сверху определяется диаметром стакана сталеразливочного ковша, а при разливке сифоном — сечением каналов сифонного кирпича. При разливке кипящей стали важным фактором является скорость подъема металла в изложнице, определяющая толщину здоровой корки в слитке. Разливку сверху с целью сокращения ее общей продолжительности вынуждены вести со значительно большими скоростями, в результате чего уменьшается толщина здоровой корочки. Скорость разливки сверху без интенсификаторов кипения обычно составляет 0,5—1,0 м/мин и при скорости около 1,0 м/мин получают здоровую корочку минимально допустимой толщины (8—10 мм). Продолжительность отливки слитков массой 5—20 т при разливке сифоном составляет 5—12, при разливке сверху 2—4 мин.

После окончания наполнения изложницы металл в ней некоторое время кипит, а затем для уменьшения развития химической неоднородности кипение прекращают, применяя механическое или химическое закупоривание слитка.

Состав с изложницами выдерживают у разливочной площадки до начала транспортировки не менее 20 мин.

Механическое закупоривание. Кипение в изложнице продолжается до тех пор, пока у ее стенок затвердеет слой металла, достаточный для укладки на него крышки. Толщина этого слоя составляет около $1/6$ толщины слитка (60–100 мм), а время кипения 7—15 мин. Затем на поверхность металла укладывают массивную металлическую крышку, вызывающую охлаждение и замораживание верха слитка, в результате чего прекращается кипение. Крышки снимают со слитка через 20—30 мин после закупоривания.

Химическое закупоривание. Как показал опыт, механическое закупоривание обеспечивает удовлетворительное качество слитков массой менее 6—8 т. В более крупных слитках из-за длительного кипения (7—15 мин) ликвация развивается столь сильно, что для удаления скоплений вредных примесей требуется существенное увеличение головной обреза при прокатке. Поэтому в последние годы, особенно в связи с увеличением массы отливаемых слитков, вместо механического закупоривания применяют химическое.

При химическом закупоривании для прекращения кипения и ускорения застывания верха слитка в изложницу вводят раскислители. Используют алюминий (гранулированный, жидкий) и иногда ферросилиций (в виде кусков размером 4—30 мм), которые дают на поверхность металла через 1—1,5 мин после окончания наполнения изложницы. Лучшие результаты дает применение алюминия, расход которого на закупоривание изменяется в пределах 100—800 г на 1 т стали и увеличивается при снижении содержания углерода и марганца в стали. Закупоривание производят присадкой алюминия на зеркало металла непосредственно после окончания заливки изложницы. Алюминий дается в виде дроби или жидким. При недостаточном количестве алюминия верхняя часть слитка получается рослой (выпуклой с прорывами металла), а при избыточном в ней образуется концентрированная усадочная раковина. В обоих случаях возрастает головная обрезь, что нежелательно. Признаком правильно выбранного расхода алюминия служит выпуклая гладкая поверхность слитков без прорывов жидкого металла.

При химическом закупоривании алюминием вследствие уменьшения ликвации головная обрезь крупных слитков кипящей стали составляет 4—8 % вместо 8—13 % при механическом закупоривании.

Применение интенсификаторов кипения. Как показал опыт, уровень окисленности кипящей стали, при ее выплавке существующими методами таков, что ее можно разливать со скоростью подъема металла в изложнице не более 1 м/мин, поскольку при большей скорости толщина здоровой корочки слитка получается недостаточной (<8—10 мм). В последние годы в связи с

недостаточной пропускной способностью разливочных отделений сталеплавильных цехов скорости разливки вынуждены увеличивать; в этом случае для увеличения толщины здоровой корочки в изложницу при разливке вводят интенсификаторы кипения — порошкообразные смеси, содержащие окислы железа и способные легко передавать кислород этих окислов жидкой стали. Вследствие увеличения окисленности стали повышается интенсивность ее кипения, что обеспечивает утолщение здоровой корочки.

В состав интенсификаторов кипения входят, %: прокатная окалина 70—85, плавиковый шпат 5—20, кальцинированная сода 0—10, натриевая селитра 0—12, коксик 0—13. Смеси в виде порошка даются на струю с начала заливки изложницы и прекращается их подача за 10—20 с до конца наполнения. Расход смеси составляет 200—850 г на 1 т стали, возрастая при увеличении содержания в ней углерода.

Наличие в смеси легко диссоциирующих или испаряющихся веществ позволяет получить многочисленные пузырьки газов, которые служат зародышами для последующего выделения СО. Добавка плавикового шпата способствует быстрому расплавлению смеси и ее распределению в объеме металла. В ряде случаев при разливке низкоуглеродистой стали в смесь добавляют также порошок графита.

Толщина здоровой корочки для различных марок кипящей стали, отлитой с применением смеси, составляет 10—20 мм. Повышенной загрязненности стали неметаллическими включениями в результате добавки смесей не отмечается.

Применение интенсификатора кипения позволяет получать здоровую корочку достаточной толщины при увеличении скорости разливки до 2,0—2,5 м/мин.

Действенным средством увеличения толщины беспузыристой корочки является обдув струи стали при разливке кислородом. Так, при расходе кислорода в количестве 1,4—1,5 м³/мин удалось увеличить толщину корочки в 9-т слитке кипящей стали на 8—11 мм.

Ускоренная разливка стали может привести к образованию горячих трещин в слитке. С целью предотвращения этого дефекта при скоростной разливке обычно используют ребристые изложницы. В этом случае за счет развитой поверхности охлаждения здоровая корочка нарастает быстрее, а волнистая форма и наличие ребер упрочняют ее. Однако стойкость таких изложниц несколько хуже, а эксплуатация сложнее.

В целом скоростная разливка кипящей стали не только обеспечивает повышение производительности сталеплавильных цехов, но также позволяет

снизить температуру стали на 10—15 °С, повысить стойкость сталеразливочных ковшей и, что наиболее существенно, приводит к улучшению поверхности слитка и снижению брака по поверхностным дефектам.

Скоростная разливка. В последние годы на ряде заводов освоена разливка химически заупориваемой и полуспокойной сталей со скоростью наполнения изложниц до 4—5 м/мин. При разливке кипящей стали со столь большой скоростью подъема металла в изложнице пузыри начинают формироваться у самой поверхности слитка, а благодаря быстрому заупориванию они не успевают вырасти до значительных размеров. Получается слиток без здоровой корочки с мелкими подкорковыми пузырями. Тонкий наружный слой металла с пузырями окисляясь при нагреве слитка под прокатку переходит в окалину и поверхность проката получается без дефектов, несмотря на отсутствие здоровой корочки.

Технология разливки полуспокойной стали

Полуспокойную сталь можно назвать промежуточной между спокойной и кипящей. Для раскисления этой стали дается меньшее количество ферросилиция, чем для спокойной, и определенное количество алюминия, добавляемого в ковш перед разливкой металла или в изложницы во время разливки.

Так как в слитках полуспокойной стали образуется усадочная раковина малого размера и меньше развита химическая неоднородность, выход годной части слитка повышается. Для отливки кипящей стали применяют сквозные изложницы квадратного и прямоугольного сечения без дна, уширяющиеся книзу, чтобы было удобнее удалять из них слитки. Чтобы устранить образование трещин на слитках, внутреннюю поверхность изложниц делают волнистой

Полуспокойную сталь разливают как сифоном, так и сверху в сквозные расширяющиеся книзу или в бутылочные изложницы. Хорошие результаты дает применение скоростной разливки сверху с линейной скоростью подъема металла не менее 1,5 м/мин. В этом случае за счет быстрого роста ферростатического давления возможно подавить или по крайней мере ослабить процесс образования подкорковых пузырей. Если глубина их залегания не превышает 3—4 мм, они удаляются вместе со слоем окалины, образующимся при нагреве слитков, и не ухудшают поверхности проката.

Полуспокойную сталь разливают как в бутылочные, так и в сквозные уширяющиеся книзу изложницы. Последние получили большее распространение как более удобные в эксплуатации. Температура разливки

полуспокойной стали зависит от ее марки и способа разливки, однако она обычно несколько ниже, чем для кипящей.

Разливка сверху обеспечивает последовательное перемещение зоны интенсивной циркуляции металла снизу вверх. При этом максимальное ферростатическое давление воспринимается уже вполне затвердевшей прочной коркой внизу слитка, которая формируется в условиях относительно спокойного состояния стали и не омывается потоками горячего металла. Это способствует более быстрому образованию зазора в нижней части слитка и устранению торможения усадки стали по его высоте, а следовательно и снижает вероятность образования горячих трещин, препятствующих повышению скорости разливки. Затрудненная усадка корки слитка при сифонной разливке связана еще и с наличием литника в донной части.

Более высокий выход годных слитков и снижение затрат на подготовку составов снижают себестоимость стали на 2-3%.

Однако при необходимости получения большого количества слитков от одной плавки разливка стали сверху связана с некоторыми недостатками, которые не позволяют иметь качественную поверхность слитков. Рассматривая **основные недостатки** и их причины отметим следующее:

Условия разливки стали сверху обуславливают получение плохой пленистой поверхности, особенно в нижней части слитков. Механизм образования плен связан с тем, что струя стали вследствие большого ферростатического напора и высокой выходной скорости с силой ударяется о дно изложницы (поддон при сквозных изложницах), что вызывает разбрызгивание металла. Кроме того, по ходу наполнения изложницы образуются заплески на ее стенках из-за натекания поверхностных волн, образующихся на зеркале металла. Степень разбрызгивания металла и величина заплесков зависят от мощности струи, пропорциональной кубу скорости, и конфигурации донной части слитка.

Наиболее приемлемым в этом случае является промежуточный ковш с 2-6 дозирующими устройствами. Такие ковши позволяют в широких пределах регулировать скорость наполнения изложниц, значительно сокращать продолжительность разливки, улучшать качество поверхности слитков и увеличивать стойкость изложниц. Однако применение промежуточных ковшей требует повышения температуры металла,

увеличения расхода огнеупоров и затрат труда, значительно усложняет оборудование и организацию работ в разливочном пролете. В связи с этим применение их ограничивается, в основном, непрерывной разливкой, при которой стабильность скорости разливки и возможность её целенаправленного регулирования в значительной мере определяют качество металла.

Защита дна изложниц (поддонов) обеспечивается вкладышами, листовой обрезью, обмазками, изолирующими засыпками и т.п. При введении в изложницы порошкообразных смесей для разливки стали под защитными средами, они же и предотвращают приваривание слитков. Положительные результаты достигаются при использовании обмазок на основе графита и 50%-го раствора жидкого стекла.

Для улавливания брызг и предотвращения образования заплесков на стенках изложниц используют манжеты, изготовленные из листового железа или картона, а также плавающие огнеупорные втулки. Во время наполнения изложниц манжеты плавятся или сгорают, а огнеупорные втулки извлекают после отливки слитков.

При разливке стали сверху, возникают затруднения, когда из одного ковша необходимо отлить много слитков. Так как чаще всего используется ковш с одним дозатором и скорость опорожнения ковша снижается до величины массовой скорости наполнения изложницы, то значительно повышается продолжительность пребывания металла в ковше, особенно при отливке мелких слитков. Чтобы предотвратить чрезмерное остывание металла и образование настывлей в ковшах, увеличивают скорость разливки в ущерб качеству слитков. При большой скорости разливки кипящей стали не обеспечивается необходимое удаление зоны сотовых пузырей от наружной поверхности слитка, а в слитках спокойной и полуспокойной стали увеличивается пораженность горячими трещинами. Для всех типов стали увеличивается брызгообразование и приваривание слитков.

Вопросы для самоконтроля

1. В какую форму изложниц разливают полуспокойную сталь?
2. В какую форму изложниц разливают кипящую сталь?
3. Назовите время наполнения изложницы для полуспокойной стали ?
4. Назовите время наполнения изложницы для кипящей стали?
5. Что такое ковш с одним дозатором?
6. Полуспокойную сталь можно ли разливать сифоном?

7. Что необходимо сделать для улавливания брызг и предотвращения образования заплесков на стенках изложниц?
8. Расскажите о применении интенсификаторов кипения.?
9. Для предотвращения заворотов корки , что необходимо?
10. Как начинают разливку, во избежание разбрызгивания металла при ударе о дно изложницы?

Используемая литература:

Г.А. Соколов «Производство стали» 426 – 428