

**Раздел 6. Теория и технология разливки стали.
Тема 6.2.Разливка стали на МНЛЗ**

Лекции № 162

Тема: Организация вторичного охлаждения непрерывного слитка

План лекции:

1. Требования предъявляются к системе вторичного охлаждения и охлаждению непрерывнолитого слитка
2. Водовоздушное охлаждение

Режим охлаждения слитка в ЗВО должен обеспечить минимальную продолжительность полного затвердевания непрерывного слитка и отсутствие поверхностных и внутренних дефектов.

К системе вторичного охлаждения и охлаждению непрерывнолитого слитка предъявляются следующие требования:

1. Монотонное снижение температуры поверхности заготовки до полного затвердевания слитка;
2. На всем протяжении ЗВО температура поверхности слитка должна находиться в области температур пластической деформации данной стали;
3. Равномерное распределение температуры по поверхности слитка;
4. Возможность регулирования интенсивности охлаждения и протяженности зоны вторичного водяного охлаждения в зависимости от марок разливаемой стали, скорости разливки и глубины жидкой фазы;
5. Надежность работы системы в течение длительного времени.

Интенсивность охлаждения непрерывнолитого слитка в ЗВО необходимо поддерживать на таком уровне, чтобы при заданной производительности МНЛЗ полное затвердевание завершилось в конце зоны, но при этом температура поверхности слитка не снижалась ниже 800 °С, и слиток был бы свободен от поверхностных и внутренних трещин.

Следует учитывать, что увеличение интенсивности охлаждения в ЗВО не приводит к заметному ускорению затвердевания слитка, а способствует лишь только переохлаждению поверхности и возникновению различных дефектов. Режим вторичного охлаждения определяется маркой стали, профилем и размерами слитка, скоростью разливки. Стали, обладающие значительной прочностью при температурах, близких к температуре затвердевания, и не претерпевающие фазовых превращений при снижении температуры, охлаждаются с максимальной интенсивностью. Стали более сложные по составу, имеющие фазовые превращения, охлаждаются менее интенсивно. Интенсивность охлаждения характеризуется удельным расходом воды в ЗВО и температурными условиями конца процесса затвердевания. При высокой интенсивности охлаждения расход воды колеблется в пределах 0,8...1,0 м³/т, а температура поверхности слитка в конце затвердевания 800...850 °С. При низкой интенсивности расход воды составляет 0,2...0,5 м³/т, а температура поверхности соответственно 1000...1050 °С.

Водяное охлаждение в настоящее время на большинстве современных МНЛЗ применяется в виде роликофорсуночной системы охлаждения, при которой вода в виде распыленного факела подается в зазоры между роликами на поверхность слитка. Распыляется вода специальными форсунками, получившими название механических, не требующими дополнительного подвода энергоносителей в виде пара или воздуха для дробления жидкости. Вода, подаваемая под давлением 0,25...0,35 МПа, проходя через сопла определенной конфигурации, самостоятельно дробится за счет перепада давлений на капли размером 0,2...1,0 мм и в виде факела плоской, овальной или округлой формы попадает на охлаждаемую поверхность.

Необходимая форма факела достигается конструкцией форсунки и ее сопла. Вся эта группа форсунок имеет цилиндрический подводный канал, заканчивающийся полусферой, в которой вода дополнительно сжимается и выбрасывается через щелевое сопло, расположенное по центру полусферы. Сопла обеспечивают раскрытие факела по большой оси на $80...150^{\circ}$, а по малой – на $5...8^{\circ}$. Все механические форсунки имеют целый ряд недостатков, затрудняющих получение качественного слитка. Они могут работать устойчиво при расходе $\geq 0,4...0,5 \text{ м}^3/\text{ч}$, что дает жесткий факел и вызывает местное переохлаждение слитка.

Большим недостатком водяного охлаждения при роликофорсуночной системе является также высокая неравномерность охлаждения слитка даже на сравнительно небольших участках в пределах одной секции по ее длине. Это вызвано подачей воды в зазор между роликами. Поэтому участки слитка, перекрытые роликами, не получая необходимого охлаждения, перегреваются, а открытые участки, имеющие небольшую ширину, переохлаждаются. В результате разница температур на сравнительно небольших участках достигает $120-150^{\circ}\text{C}$. Такое циклическое изменение режима нагрев – охлаждение происходит по всей зоне водяного охлаждения и, многократно повторяясь, приводит к возникновению напряжений в корке слитка и, как правило, к появлению трещин.

Водовоздушное охлаждение конструктивно значительно более сложно, чем водяное. Главной принципиальной особенностью этой системы является возможность изменения интенсивности охлаждения в очень широких пределах, что обеспечивает разливку стали практически любых марок (независимо от скорости литья). Достигается это как изменением расхода воды, так и расхода воздуха. Все способы можно объединить в три большие группы:

1. Образование водовоздушной смеси в специальных, отдельно расположенных смесителях с последующим транспортированием смеси к слитку. Достоинством такой системы является сравнительная простота подачи готовой смеси на слиток с помощью несложных по конструкции форсунок. Но в целом вся система достаточно громоздка, и главным ее недостатком является расслаивание смеси при ее транспортировке.

2. Образование водовоздушной смеси непосредственно перед подачей ее на слиток путем отдельной подачи из коллектора воды и воздуха (рис. 3.47). При пересечении струй под определенными углами происходит их соударение, дробление воды и образование направленного водовоздушного факела. Система достаточно компактна, но регулирование интенсивности охлаждения затруднено,

так как при изменении расходов и давлений воды или воздуха меняется как дисперсность водяных капель, так и форма направленности водовоздушного факела. Кроме того, устройство требует высокой точности изготовления, а при эксплуатации оно очень чувствительно к чистоте воды.

3. Водовоздушная смесь формируется непосредственно перед форсункой и направляется на слиток в виде факела заданной формы. Данный тип конструкций более сложный, но и наиболее надежный в эксплуатации, обеспечивая практически любую интенсивность охлаждения.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что ЗВО должна обеспечивать?
2. Какие требования предъявляют к системе вторичного охлаждения?
3. Почему увеличение интенсивности охлаждения в ЗВО не приводит к заметному ускорению затвердеванию слитка?
4. Как производится подача воды при водяном охлаждении?
5. Скажите конструктивно, какое охлаждение сложнее и почему?
6. Чем определяется режим вторичного охлаждения?
7. Чем характеризуется интенсивность охлаждения?

Использованная литература:

С.В. Куберский «Непрерывная разливка стали»