

ЗАЯВКА НА УЧАСТИЕ

в работе XI Международной научной конференции аспирантов и студентов
«Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов»

Образовательная организация	Донецкий национальный технический университет
Секция	7 – Проблемы экологической безопасности
Название доклада	Определение рациональных параметров высокотемпературного режима для разливки высоколегированной стали на МНЛЗ
Автор доклада – студент (ФИО, курс, группа, факультет, кафедра)	Худотеплый Владислав Владимирович 4 курс, группа ПТТ-13 Физико-металлургический факультет Кафедра «Техническая теплофизика»
Научный руководитель (ученое звание, научная степень, должность, факультет, кафедра)	Бирюков Алексей Борисович Профессор, докт. техн. наук, зав.каф. Физико-металлургический факультет Кафедра «Техническая теплофизика»
Адрес для переписки	83017, г. Донецк
Телефон для общения (в т.ч. мобильный)	+380952543027
E-mail	Voita0116@gmail.com

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ДЛЯ РАЗЛИВКИ ВЫСОКОЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ НА МНЛЗ

В.В. Худотеплый, А.Б. Бирюков

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Донецкий национальный технический университет»

Важность энерго- и ресурсосбережения показана на примере перехода разливки стали от изложниц к МНЛЗ. На постсоветском пространстве на ряде предприятий предпочитают производить разливку высоколегированных марок сталей в изложницу, опасаясь получения трещин и других дефектов на МНЛЗ. В работе показана важность выбора параметров температурного режима высоколегированных марок стали, поэтому подобрана методология решения задач.

Ключевые слова: ИЗЛОЖНИЦЫ; ЗОНА ВТОРИЧНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ; МНЛЗ; ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ; ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ.

Importance of energy and resource saving is shown on the example of the transition of casting steel from molds to CCM. In the post-Soviet space, a number of enterprises prefer to cast highly alloyed steel grades in a mold, fearing cracking and other defects on the continuous casting machine. The paper shows the importance of choosing temperature parameters for high-alloy steel grades, so the methodology for solving problems is chosen.

Keywords: POSITION; SECONDARY COOLING AREA; CCM; TEMPERATURE MODE; ENERGY SAVING.

Проблема энерго- и ресурсосбережения с каждым годом становится все острее и острее. Это связано с истощением топливных ресурсов, постепенным ухудшением качества рудного сырья. Поэтому в металлургических отраслях происходит постепенный переход к технологии ресурсо- и энергосбережению. Так в XX в. перешел переход разливки стали изложниц к МНЛЗ.

Согласно классической технологии первой половины XX в. сталь разливают по изложницам — высоким чугунным емкостям. После того как она застынет, слитки «раздевают», т. е. снимают изложницы. Вес слитков 5-9 т, иногда до 25 т. Но разливка стали в изложницы имеет недостатки.

При остывании сталь кристаллизуется неоднородно: у самой стенки изложницы образуются небольшие кристаллы, в глубине — крупные, а между ними появляются пузыри и раковины. В верхней части слитка возникает усадочная раковина. Поэтому получаемые слитки нуждаются в дополнительной обработке — обжиге. Верхнюю часть слитка приходится срезать и возвращать на переплав. [1]

Это давно натолкнуло на мысль найти лучший способ разливки стали. Много лет ушло на решение этой задачи. В 1955 г. создана первая промышленная установка для непрерывной разливки стали. Это способ более совершенный, чем разливка по изложницам. Получаемые таким образом слитки не требуют обжига, меньше металла возвращается в мартеновскую печь.

Преимущества машин непрерывного литья стали по сравнению с разливкой стали в изложницы обусловлены следующими основными факторами:

1. Повышение выхода годного металла по заготовке за счет уменьшения головной и донной обрезки на 15-25%;

2. Повышение производительности сталеплавильного цеха за счет повышения выхода годного и увеличения ритмичности производства;
3. Высокое качество продукции (повышение физической однородности слитка, снижение уровня ликвации и т.п.);
4. Высокий уровень автоматизации технологического процесса непрерывной разливки стали, позволяющий контролировать качество заготовки в процессе литья;
5. Улучшение экологической обстановки за счет снижения запыленности производственного пространства, уменьшения загрязненности воды (вода, используемая для кристаллизатора и механизмов МНЛЗ, циркулирует по замкнутым оборотным системам водоснабжения) и пр.;

Согласно литературным данным в мировой практике освоена непрерывная разливка более 95% марок сталей. Однако на постсоветском пространстве на ряде предприятий предпочитают производить разливку высоколегированных марок сталей в изложницу, опасаясь получения трещин и других дефектов на МНЛЗ. [2]

С научной точки зрения требуется определение рациональных интенсивности и охлаждения по секторам ЗВО в зависимости от марки стали, сечения заготовки. Для этой цели будет использована методика, разработанная в [2,3]

При разливке, легированной стали так же возникает ряд проблем. Основным является дефекты поверхности заготовки, то есть продольные угловые трещины, поперечные трещины, поры. Причиной этих дефектов является высокая температура заготовки. Решением этой проблемы может стать комплекс подходов для повышения точности и эффективности управления тепловой работой зоны вторичного охлаждения (ЗВО).

Отвод тепла от поверхности заготовки в ЗВО достигается путем интенсивного опрыскивания ее поверхности водой или водовоздушной смесью, отвода тепла к поддерживающим роликам с внутренним охлаждением, вследствие конвекции и лучеиспускания в окружающую среду.

Общепризнанным является факт, согласно которому формирование заготовки в ЗВО определяется протеканием процесса охлаждения. В то же время разработке теплотехнических параметров МНЛЗ в том числе и для ЗВО (особенно в отечественной практике) зачастую не уделяется достаточно внимания: не всегда есть возможность проверить насколько используемые режимы охлаждения являются оптимальными, для значительного количества агрегатов отсутствует непрерывный замер температуры поверхности заготовки.

Основной технологической функцией зоны вторичного охлаждения является создание оптимальных условий для полного затвердевания непрерывно отливаемого слитка, обеспечивающих требуемое качество заготовки. ЗВО должна отвечать следующим функциональным требованиям:

1. Обеспечивать тщательную поддержку слитка на выходе из кристаллизатора, где толщина оболочки минимальна, а ее механическая прочность весьма низка;
2. Уменьшать воздействие растягивающих напряжений в оболочке заготовки, возникающих под действием тянущих усилий;
3. Обеспечивать оптимальный теплоотвод и его регулирование в зависимости от скорости вытягивания и сортамента отливаемой стали;

Конструкция ЗВО состоит из системы опорных элементов (роликов), поддерживающих и направляющих заготовку, и устройств, обеспечивающих охлаждение слитка за счет впрыскивания охлаждающей воды, расположенных между роликами. Интенсивность охлаждения во вторичной зоне должна выбираться таким образом, чтобы температура поверхности заготовки в процессе ее перемещения по ней оставалась примерно постоянной или медленно уменьшалась. Достаточно часто предпочтение

отдается варианту, при котором температура поверхности медленно снижается по всей длине ЗВО. Точность расположения опорных роликов является весьма важным элементом в системе обеспечения качества непрерывнолитой заготовки, поскольку любые отклонения положения роликов от номинальной позиции приводят к дополнительной деформации заготовки в процессе ее движения по ЗВО. Для обеспечения равномерного охлаждения заготовки по длине ЗВО обычно разбивается на несколько секций.

Для обеспечения равномерного охлаждения заготовки по длине ЗВО предусматривается несколько секций с различной интенсивностью отвода тепла. Для достижения требуемой интенсивности теплоотвода применяются следующие основные методы подачи охлаждающего вещества: охлаждение струями воды (струйное охлаждение) или водовоздушной смесью (водовоздушное охлаждение), подаваемой между опорными роликами через специально устанавливаемые форсунки. Наиболее эффективным охлаждением является водовоздушной смесью. Высокая эффективность метода объясняется тем, что благодаря большой кинетической энергии с металлом одновременно контактирует множество капель распыленной воды. При одном и том же расходе воды площадь теплообмена между охладителем и заготовкой увеличивается, поскольку вода мелко распылена и число мелких капель очень велико. При этом капли достаточно равномерно распределяются по поверхности заготовки, так как факел имеет устойчивую геометрическую форму. Вода, которая не испарилась при контакте с поверхностью заготовки, падает вниз в виде мелкого дождя, создавая зону охлаждения ближайших участков.

Современные системы АСУ ТП для МНЛЗ снабжены алгоритмами, предназначенными для расчета рекомендуемых значений расходов охладителя в зависимости от сечения заготовки, марки стали и скорости разливки. Каждой марке стали, сечению заготовки и скорости разливки должны быть сопоставлены не расходы воды, а, каким-либо образом определенные оптимальные значения коэффициентов теплоотдачи, от которых затем, на основании расчетных зависимостей, осуществлялся бы переход к расходам воды по секторам.

Предложен вариант аналитического способа для определения оптимального распределения интенсивности вторичного охлаждения. Его суть заключается в том, что плотность теплового потока, отводимого от поверхности расчетного сечения заготовки в каждый момент времени, должна равняться сумме теплового потока, выделяющегося на фронте затвердевания и теплового потока, соответствующего охлаждению уже затвердевшего массива металла с заданной скоростью.

Для целенаправленного управления вторичным охлаждением целесообразно при помощи специальных методик определять в первую очередь не значения расходов воды по секторам для конкретных параметров разливки, а значения коэффициентов теплоотдачи, от которых затем при помощи известных эмпирических зависимостей осуществлять переход к расходам воды или водо-воздушной смеси.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Смирнов А.Н. Непрерывная разливка стали: учебник/ А.Н. Смирнов, С.В. Куберский, Е.В. Штепан. – Донецк: ДонНТУ, 2011. – 482с.
2. Бирюков А.Б. Эффективное управление зоной вторичного охлаждения высокоскоростных сортовых МНЛЗ/ А.Б. Бирюков, В.В. Кравцов, И.П. Олексюк, Н.А. Остапенко// Металл и литье Украины. – 2010. – №7. – С. 21.
3. Бирюков А.Б. Метод определения рациональной интенсивности вторичного охлаждения непрерывной слябовой заготовки/ А.Б. Бирюков, А.А. Иванов// Металлург. – 2014. – №11. – С. 47-51.

Худотеплый Владислав Владимирович

Донецкий национальный технический университет

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО
РЕЖИМА ДЛЯ РАЗЛИВКИ ВЫСОКОЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ НА МНЛЗ

Научный руководитель: профессор А.Б. Бирюков

Бирюков Алексей Борисович

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО
РЕЖИМА ДЛЯ РАЗЛИВКИ ВЫСОКОЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ НА МНЛЗ

РАЗЛИВКА ВЫСОКОЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ В МНЛЗ