

онная технология непрерывной разливки и последующей прокатки, так и технология литья заготовок, близких по размерам к готовой продукции.

В целом, в XXI веке в распределении долей рынка происходит сдвиг в сторону новых технологических процессов.

УДК 669.184

А. Г. Величко, С. Б. Бойченко

Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБНОВЛЕНИЕ ВНЕПЕЧНОЙ ОБРАБОТКИ КОНВЕРТЕРНОЙ СТАЛИ

Роль вторичной («ковшевой») металлургии в настоящее время высока, как никогда ранее. Ключевая роль отводится выделениям на наноуровне неметаллических избыточных фаз и/или упрочняющих структурных составляющих, формирование которых должно происходить на определенных стадиях обработки стали. В будущем повышение эффективности оценки чистоты металлопродукции будет достигнуто за счет текущего контроля качества на всех стадиях производства стали и корреляции этих данных с конечными испытаниями.

Агрегаты для вторичной металлургии типа ковш-печь с вакуумированием наиболее многопрофильны, в них можно проводить практически всю обработку стали, особенно если предусмотрена возможность скачивания шлака из ковша. Они пригодны для производства всех выпускаемых в настоящее время сталей и легко размещаются в действующих конвертерных цехах. Промежуточный ковш (промковш) машин непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) также последовательно превращается в завершающий рафинировочный агрегат для удаления шлаковых включений, водорода, защиты стали от вторичного окисления, подогрева и возможного долегирирования стали непосредственно перед ее кристаллизацией. Совершенствование агрегатов направлено, главным образом, на создание условий, способствующих ускорению и углублению хода процессов рафинирования.

Это, в первую очередь, мероприятия, способствующие интенсификации перемешивания металла в ковше. Они необходимы для всех видов внепечной обработки. В ковше-печи, агрегатах циркуляционного вакуумирования и промковшах МНЛЗ они осуществляются за счет совершенствования оборудования для ввода инертного газа, оптимизации расположения продувочных устройств, периода и интенсивности

(режима) ввода газа, совершенствования гидродинамики расплава; для агрегатов порционного и циркуляционного вакуумирования - совершенствованием конструкции камеры и патрубков, в агрегатах типа ковш-печь также начинают применять электромагнитное перемешивание, часто в сочетании с продувкой аргоном.

Следует учесть, что на многих зарубежных заводах, учитывая постоянное усложнение сортамента выплавляемых сталей и необходимость достижения чрезвычайно высокого уровня комплекса требований к их качеству и свойствам, считают необходимым иметь в конвертерных цехах набор разных средств и методов внепечного рафинирования – так называемых гибких технологий - для обеспечения решения практически любой задачи.

Крайне важным направлением является создание новых марок сталей, имеющих максимально высокие технологические и эксплуатационные свойства применительно к конкретным изделиям. Следует ожидать, что в ближайшее время будут интенсивно развиваться направления производства высокопрочных сталей, а также сталей с суммарным содержанием вредных примесей S, P, O, N, H ниже 100 ppm.

Вакууматоры типа DH широко используются в вакуумной обработке стали. Однако скорость обезуглероживания в них значительно меньше, чем в вакууматорах RH-типа. Компанией «Nippon Steel» изобретен и пущен в работу вакууматор нового типа, сочетающий в себе простоту и небольшие затраты на огнеупоры (обработка происходит в обычном сталеразливочном ковше) с преимуществами быстрого циркуляционного вакуумирования. Устройство состоит из одной отсасывающей газы трубы большого диаметра, неглубоко погруженной в сталь, и донной продувки стали аргоном через противоположно расположенную фурму. Восходящий циркуляционный поток большого объема создает на поверхности стали внутри трубы металло-газовую эмульсию, подвергающуюся воздействию вакуумной атмосферы. Процесс также успешно применяется для рафинирования нержавеющей стали.

Также новым является обезуглероживание стали до ультранизких концентраций, удаление водорода и в ряде случаев азота в циркуляционных вакууматорах с подачей кислорода через водоохлаждаемую фурму в вакуумную камеру при так называемом “КТВ-процессе” (Kawasaki Top Blowing). Если принять во внимание уже исследованные возможности дальнейшего повышения эффективности внепечной обработки с использованием способа “КТВ”, в том числе вдуванием флюсов через фурму, то можно считать, что способ “КТВ” станет основой для сосредоточения всех функций внепечного рафинирования сталей. В последнее время число таких комплексных агрегатов растет быстрыми темпами. Нам необходимо также учитывать,

что в развитых странах с применением различных методов внепечного рафинирования выпускается 80% сталей (для изделий ответственного назначения).

УДК 669.184

А.Г. Величко, С.Б. Бойченко

Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ В КОНВЕРТЕРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ СТАЛИ

Системы автоматического управления конвертерным процессом на разных заводах заметно отличаются: от полностью автоматизированных до управления отдельными операциями (шихтовкой, расходом кислорода, вводом флюсов и т.д.). Наиболее прогрессивные реализуют «прямой выпуск» стали в момент получения заданного химического состава и температуры, определенный достаточно точными расчетами. Система с погружением сенсорного датчика в конвертерную ванну включает статическую модель расчета шихты, динамическую модель контроля химического состава и температуры металлической ванны в процессе продувки по анализу отходящих газов и прямыми измерениями с помощью сенсорных датчиков, а также модель «прямого выпуска» с определением момента окончания продувки. Модель рассчитывает содержание углерода, марганца и фосфора, сравнивает с результатами прямого измерения датчиками и выполняет корректировку. Специальная модель определяет содержание азота, серы и цветных металлов (Cr, Ni, Mo, Cu). По результатам определений производится «прямой выпуск».

На многих заводах мира в общую систему автоматизации процесса включена автономная система регулирования шлакообразования и предотвращения выбросов по типу системы HMetAU. Система включает: виброметр на кислородной фурме, регистрирующий вибрацию фурмы, отражающую изменение уровня кинетической энергии газа в процессе вспенивания шлака; модель металлургических реакций, которая служит для определения физических свойств шлака и оценки его склонности к вспениванию на основе информации о процессе продувки. На основе обработки информации по этим трем компонентам комплексно оценивают вероятность выбросов. Если она превышает некоторое пороговое значение, система автоматически выбирает параметр управления и реализует его (высота подъема фурмы, расход кислорода на верхнюю продувку, расход газа на донную продувку, масса загружаемых материалов).