

ТЕХНИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ РЕКОНСТРУКЦИИ МАРТЕНОВСКОГО ЦЕХА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ЗАВОДА

В.М. Сафонов (ДонНТУ, г. Донецк), А.Ю. Цупрун (НПО «Доникс», г. Донецк), В.Н. Тиунов (АО «НКМЗ», г. Краматорск)

Приведены технические и технологические решения реконструкции мартеновского цеха специализированного металлургического завода. Модернизация мартеновского цеха на базе современной технологии и оборудования внепечной обработки стали позволила ОАО «Выксунский металлургический завод» освоить выпуск продукции, которая отвечает современным мировым требованиям.

Сегодня прогнозируемый уровень производства стали в странах СНГ не может быть обеспечен путем ввода в эксплуатацию новых мощностей. Поэтому, при условии сохранения благоприятной рыночной конъюнктуры, проблема рационального изменения технологической структуры мартеновского производства представляется достаточно актуальной задачей.

Широкие возможности в достижении конкурентоспособных показателей открываются при условии индивидуального и взвешенного подхода к разработке технологии и конструкции оборудования внепечной обработки стали с учетом особенностей модернизируемого производства. А именно:

- специфику кондиции полупродукта, выплавляемого в мартеновской печи;
- выпуск плавки из мартеновской печи в два или даже три сталеразливочных ковша;
- ограниченные возможности отсечки печного шлака;
- оценка ритмичности выпуска стали в мартеновских цехах показывает, что на некоторых плавках серии необходимо форсировать процесс внепечной обработки, в частности нагрев металла в сталеразливочном ковше;
- ограничения в выборе площадки для расположения оборудования внепечной обработки, дефицит производственного пространства и наличие «узких мест»;
- заданная конструкция сталеразливочного ковша и его конфигурация;

- реконструкция разливочного хозяйства в связи с переходом на основную футеровку сталеразливочных ковшей.

Одним из примеров решения такой задачи является реконструкция мартеновского цеха ОАО "Выксунский металлургический завод". Комплекс производства железнодорожных колес предприятия включает мартеновский и колесопрокатный цехи, и, по сути, является воплощением концепции специализированного мини-завода советского периода развития черной металлургии. В данных условиях успех может быть достигнут только путем применения современных процессов внепечной обработки стали, которые в значительной степени нивелируют влияние технологии мартеновской выплавки на происхождение и качество готовой продукции.

В состав мартеновского цеха ОАО «ВМЗ» входят две основные мартеновские печи вместимостью 250 т, которые работают скрап-процессом без применения кислорода, каждая из которых оснащена качающимся желобом для выпуска в два сталеразливочных ковша. По принятой в цехе технологии, сталь в печи раскисляют кремнием и марганцем, а окончательное раскисление проводят при выпуске в каждом из двух ковшей ферросилицием и комплексным сплавом СКТиА (45%Si, 15% Ca, 10% Ti, 2% Al). Сталь в изложницы разливают сифонным способом.

При разработке технологии и конструкции оборудования внепечной обработки специалисты ОАО «НKMЗ» учли требования к кондиции стали в ковше, а также особенности и ограничения сложившегося производства. Вот некоторые из них:

- высокие требования к химическому составу колесной стали: узкая для высокоуглеродистой стали вилка содержания углерода (до 0,03%), низкое содержание водорода в слитке (не более 1,5 ppm) и общего кислорода (не более 30 ppm);
- специфика кондиции полупродукта, выплавляемого в мартеновской печи, из-за жесткой регламентации технологии плавки, изменение которой требует переаттестации технологического процесса производства стали для железнодорожных колес, поэтому технология учитывает эти аспекты и заключается в применении дополнительных технологических приемов только в ходе ковшевой обработки: десульфурация шлаковыми смесями, прецизионное легирование, глубокое раскисление алюминием и силикокальцием до и после вакуумирования, а также снижение общего содержания неметаллических включений, кислорода и водорода;
- поточная обработка всего объема стали, выплавляемой двумя мартеновскими печами цеха;
- выпуск плавки из мартеновской печи в два 105 тонных сталеразливочных ковша с полной отсечкой печного шлака в одном из ковшей и перепуском его в другой (масса плавки после реконструкции уменьшена

до 210т).

Согласно разработанной для каждого из ковшей плавки схеме маршрута, расплав в сталеразливочных ковшах может проходить как параллельную, так и последовательную обработку на установке «ковш-печь» и вакууматоре (рисунок 1). При этом параллельность проведения обработки стали в двух ковшах обеспечивается за счет применения двухпозиционной установки «печь-ковш». Основная конструктивная особенность двухпозиционной установки конструкции ОАО «НМЗ» состоит в том, что она включает стационарный пост дугового нагрева стали, к которому с помощью сталевозов поочередно подаются сталеразливочные ковши.

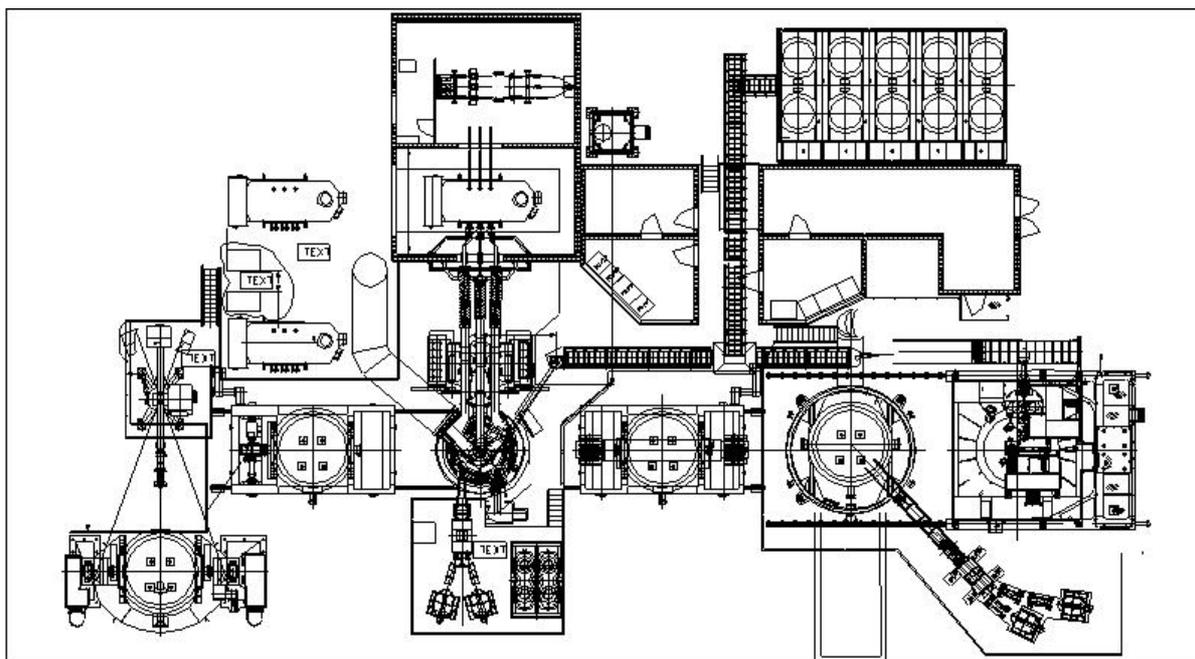


Рисунок 1 – План участка внепечной обработки стали ОАО «ВМЗ».

При этом обработка включает проведение следующих основных технологических операций:

- скачивание печного шлака из сталеразливочного ковша с помощью машины скребкового типа;
- дуговой нагрев металла на трехфазной переменного тока двухпозиционной установке «печь-ковш»;
- ковшевая обработка раскисленной стали в вакууматоре камерного типа;
- непрерывное пневматическое перемешивание стали;
- подача в металл реагентов в виде порошковой проволоки;
- вдувание порошкообразных материалов в струе газа-носителя;

Анализ маршрутов сталеразливочных ковшей на участке внепечной обработки позволил выделить критический с энергетической точки зрения этап, которым является (при параллельной обработке) первая стадия на-

грева в ковше без печного шлака после выпуска плавки. Поэтому установленную мощность печного трансформатора (18 МВА + 20 %) определяли в полном соответствии с режимом проведения вышеуказанной операции внепечной обработки, а также возможности ее форсирования.

При расчете энергетического режима работы печного трансформатора применяли отработанные практикой эмпирические соотношения, которые учитывают тот факт, что величина мощности, электрические параметры дуги и количество рафинировочного шлака, с одной стороны, должны обеспечить требуемый ритм работы (в частности, скорость нагрева), с другой – минимизировать износ огнеупоров.

В течение первых трех недель с момента пуска оборудования комплекса внепечной обработки (июль-август 2004 г.) проведены гарантийные испытания, в ходе которых достигнуты, оговоренные контрактом параметры для установки «ковш-печь»:

- скорость нагрева металла 4,34 °С/мин;
- расход электроэнергии 0,47 кВт/т⁰С;
- расход графитированных электродов 11,6 г/кВтч.

Снижение содержания водорода в стали до необходимого предела – основная цель вакуумирования колесной стали. Для ее достижения выбран путь вакуумирования раскисленной стали в сталеразливочном ковше непосредственно перед разливкой в слитки с применением способов принудительного перемешивания для усиления массообмена между металлом и газовой фазой.

Для оценки расхода нейтрального газа на дегазацию стали под вакуумом применили известную методику (формула Геллера). Анализ зависимости (рисунок 2) показывает, что необходимый для дегазации стали расход аргона быстро уменьшается при понижении давления над поверхностью расплава. В связи с этим сочетание продувки стали инертным газом и вакуумной обработки является весьма эффективным средством дегазации металла.

Анализ приведенных данных показывает, что для получения в стали остаточного содержания водорода ниже 1,5 ppm под атмосферным давлением необходимо ввести в сталеразливочный ковш не менее 400 м³. При продувке же инертным газом под вакуумом (0,001 атм и ниже) количество газа значительно сокращается и составляет не более 5 м³. Так, на практике, при продувке стали инертным газом, расход аргона составлял около 15 м³/ч. Таким образом, в ходе 20-минутной обработки металла в сталеразливочном ковше достигается гарантированная дегазация металла. Действительно, содержание водорода в заготовках железнодорожных колес не превышало 1,5 ppm, при этом концентрация азота составляла около 30-35 ppm.

Таким образом, модернизация мартеновского цеха на базе современ-

ной технологии и оборудования внепечной обработки стали позволила ОАО «Выксунский металлургический завод» освоить выпуск продукции, которая отвечает современным мировым требованиям.

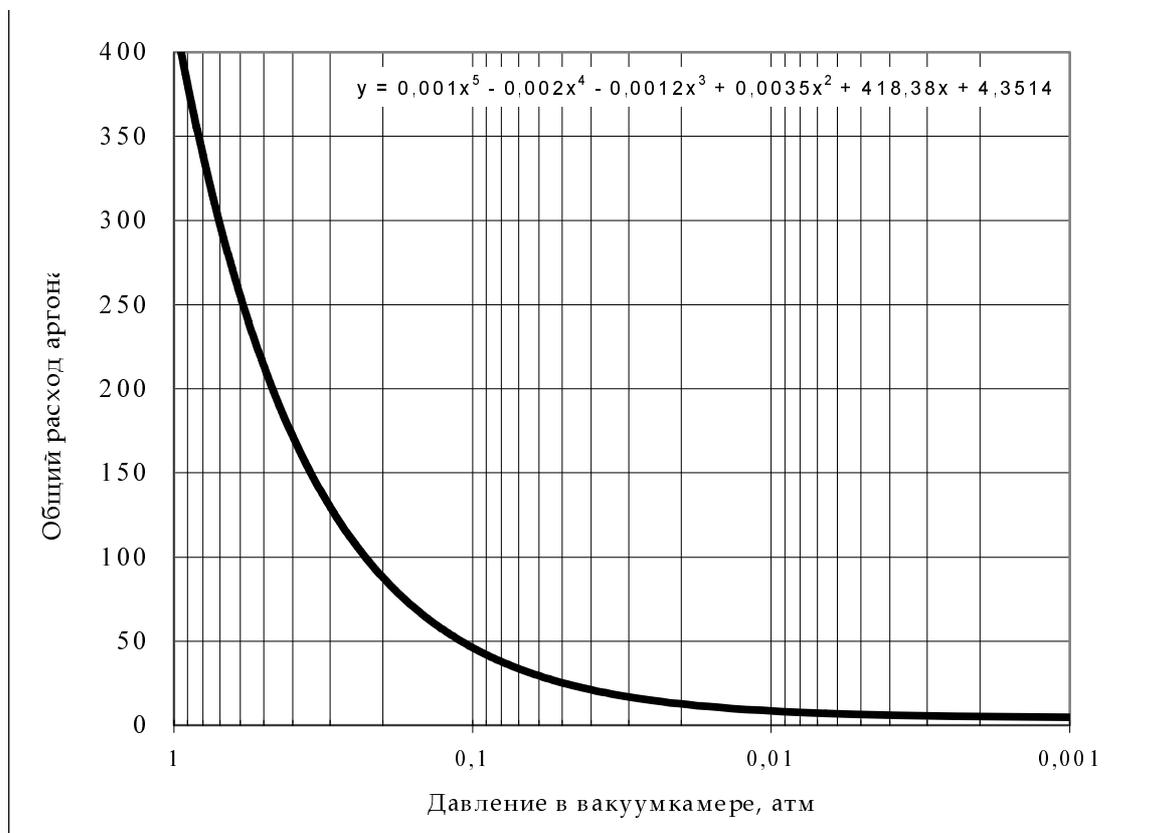


Рисунок 2 - Общий расход аргона для снижения содержания водорода в раскисленной стали с 5 до 1,5 ppm.

© Сафонов В.М., Цупрун А.Ю., Тиунов В.Н. 2005