

Холодные плавки также увеличивают себестоимость готового продукта, так как они корректируются додувками при высоком положении фурменного наконечника над ванной с образованием большой массы железистых шлаков, снижающих стойкость футеровки конвертера.

Исследование влияния основности конечного шлака на себестоимость стали позволило нам также установить наличие оптимальной зависимости.

Зависимости себе стоимости стали от различных параметров конвертерного процесса показывают, что все связи имеют нелинейный характер, однако в узком диапазоне изменения переменных, который имеет место в реальном процессе, данные зависимости можно представить в линейной форме. Это дает возможность использовать аппарат линейного программирования для расчета плавки в оптимальной постановке.

Более точное ведение процесса в результате автоматизации увеличивает число плавов, попадающих в заданные пределы по углероду и температуре. Это исключает корректировочные действия оператора, уменьшает расход сырья и улучшает качество металла.

УДК 621.745

В. С. Богушевський, М. В. Каленчук

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Київ

ОСОБЛИВОСТІ УТВОРЕННЯ НЕМЕТАЛЕВИХ ВКЛЮЧЕНЬ В ПРОЦЕСІ ОТРИМАННЯ І ОБРОБКИ СТАЛІ

Отримання високоякісної сталі або сплаву, придатних для виготовлення відповідальних виробів, завжди є актуальним, і передбачає комплекс наукових досліджень з метою попередження утворення неметалевих включень або забезпечення їх мінімального вмісту.

До збільшення вмісту неметалевих включень в сталі призводить взаємодія металу зі шлаком при випуску плавки з печі, послідовне розкислення сталі марганцем, кремнієм і алюмінієм, при контактуванні струменя рідкого металу з повітрям при розливанні.

З поширенням умов експлуатації кінцевої продукції підвищуються вимоги до чистоти сталі по неметалевим включенням ендogenousого і екзогенного типу. Однак, на

відміну від ендогенних включень — оксидів (продуктів розкислення), сульфідів і нітридів, для екзогенних включень ще не виявлена залежність їх вмісту в сталі від технологічних факторів.

Процеси окислення і затвердіння сталі, як складові механізму утворення екзогенних включень, можуть протікати в ковші на поверхні сталі у зв'язку з її оголенням при продувці, а також внаслідок використання тонкого шару рафінувального шлаку (товщиною 2 – 3 см) і нерівномірного нанесення ізолюючого покриття або незадовільної його якості.

Відповідно до класифікації автора роботи [1], в сталі поряд з утворенням екзогенних і ендогенних неметалічних включень, присутній третій їх вид – це продукти взаємодії між вказаними двома видами включень. На підставі аналізу існуючих технологій позапічної обробки і безперервної розливки сталі до третього виду слід також віднести вторинні неметалеві включення, які утворюються внаслідок проходження процесів вторинного окислення і трансформації існуючих в сталі неметалевих включень.

При послідовному розкислення сталі марганцем, кремнієм і алюмінієм збільшення кількості неметалічних включень обумовлено головним чином взаємодією алюмінію з вільним киснем і з раніше утвореними неметалевими включеннями, а також з погіршенням ефективності їх видалення у зв'язку зі зниженням плинності рідкої сталі [2].

Результатами робіт [3] свідчать, що кількість великих силікатних неметалевих включень розміром порядку 10 мкм збільшується зі збільшенням інтенсивності перемішування металу в сталерозливному ковші при випуску плавки, а потім при витримці металу в ковші їх основна частина переходить в шлак. Ефективність переходу не залежить від в'язкості включень, а визначається міжфазним натягненням на границі включення-рідка сталь.

У процесі позапічної обробки і безперервного розливання при взаємодії сталі з киснем повітря протікають процеси вторинного окислення з утворенням неметалевих включень, частина з яких переходить в шлак, а частина залишається в металі при кристалізації. Дослідження свідчать про те, що ці включення мають однаковий хімічний і мінералогічний склад, що підтверджує єдине джерело і механізм їх утворення [4].

До основних процесів, що істотно впливають на утворення і трансформацію неметалевих включень у сталі на технологічній ділянці АКП-МБЛЗ слід віднести: вторинне окислення металу; взаємодію металу з вогнетривкими матеріалами;

взаємодію металу з ковшовим шлаком в сталерозливних ковшах, покривним шлаком і засипанням шибєрних затворів в проміжному ковші, і технологічним шлаком в кристалізаторі; при кристалізації зливка.

Список літератури

1. *Нарита К.* Кристаллическая структура неметаллических включений в стали / К. Нарита; пер с англ. – М.: Металлургия. – 1969. – 190 с.

2. *Кнюппель Г.* Раскисление и вакуумная обработка стали. Ч. 2. Основы и технология ковшовой металлургии / Г. Кнюппель; пер. с нем. – М.: Металлургия, 1984. – 414 с.

3. *Гасик Л.Н.* Структура и качество промышленных ферросплавов и лигатур / Л.Н. Гасик, В.С. Игнатъев, М.И. Гасик. – Киев.: Техника. – 1975. – 142 с.

4. Развитие технологии производства стали и повышение качества металла труб нефтяного сортамента / *А.С. Дегай, А.И. Степанов, С.П. Бурмасов [и др.]* // Труды 10-го Конгресса сталеплавильщиков (г. Магнитогорск, 13 – 17 октября 2008 г.). – Москва. – 2009 г. – С. 80-87.

УДК 696.184

Б.М. Бойченко¹, Д.П. Васильев², Л.С. Молчанов¹

¹Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск

²ПАО “ЕВРАЗ- ДМЗ им. Петровского”, г. Днепропетровск

ВЛИЯНИЕ АНТИОКСИДАНТОВ НА ИЗМЕНЕНИЕ ФАЗОВОГО СОСТАВА РАБОЧЕЙ ЗОНЫ ПЕРИКЛАЗОУГЛЕРОДИСТЫХ ОГНЕУПОРОВ В КОНВЕРТЕРЕ

Длительным производством стали в промышленных кислородных конвертерах показана целесообразность ввода в состав периклазоуглеродистых огнеупоров, устанавливаемых в шлаковой зоне агрегатов, дополнительных антиоксидантов: Si, Mg, Al и композиций из них. Установлено, что эффективность воздействия на повышение стойкости футеровки резко возрастает в ряду Si → Al → Mg.

При проведении регулярного (через 150-200 плавов) сканирования внутренней поверхности конвертеров как механическим путем, так и с помощью интерферометра по известным методикам была изучена топография износа футеровки в ходе кампании с применением разных антиоксидантов и определен