

Список литературы

1. Пат. РФ 2247158 МПК 7 С21С7/00. Способ внепечного легирования железоуглеродистых сплавов в ковше / А.Д. Подольчук, М.И. Гасик, В.В. Сербин, А.Н. Овчарук, И.А. Семенов, И.В. Деревянко, И.М. Щербань, опубл. 27.02.05. Бюл. №6.
2. Жаданос А.В. Теплофизическая модель взаимодействия углеродкарбидокремниевых брикетов с металлом-полупродуктом при внепечной обработке стали / А.В. Жаданос, И.В. Деревянко // *Металлургическая теплотехника: сб. науч. трудов Национальной металлургической академии Украины*, 2013 - вып. 4 (19) - Днепропетровск: Новая идеология - С. 78-81.

УДК 621.73.016.2:672.719.9

В. А. Доморацкий

Национальная металлургическая академия Украины, Днепропетровск

ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ ОХЛАЖДЕНИЯ НА СТРУКТУРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ Р6М5К5-МП

Исследование процесса кристаллизации стали Р6М5К5-МП проводилось в большем объеме, что связано с тем, что на сегодняшний день в литературе практически отсутствуют данные относящиеся к структурообразованию при кристаллизации кобальтовых быстрорежущих сталей. В частности, подробное изучение высокотемпературных фазовых превращений в быстрорежущих сталях, выполненные методом «стоп - закалки» не позволили выявить перитектическое превращение в стали Р6М5К5 даже при невысоких скоростях охлаждения, хотя косвенные признаки однозначно свидетельствовали о его существовании. Изучение структурообразования в стали Р6М5К5-МП проводилось в интервале скоростей охлаждения $10^{-1} \div 10^6$ К/с позволили установить следующее. При значениях скорости охлаждения до 10 К/с затвердевание стали начинается с зарождения и роста дендритов δ - феррита. В отличие от других быстрорежущих сталей, даже на ранних стадиях своего образования дендриты не имеют регулярного строения, т.е. не образуют ориентированных в направлениях наибольшей упаковки ОЦК решетки осей первого и более высокого порядка. Первые кристаллы δ - феррита имеют округлое сечение ветвей и отличаются высокой степенью разветвленности. Вероятно это объясняется оттеснением в расплав малорастворимого в δ - феррите

кобальта а также вольфрама и молибдена, коэффициент перераспределения которых на фронте роста твердой фазы также является положительным. При количестве жидкой фазы 12 ÷ 13% характер затвердевания изменяется. Это связано с зарождением на границе раздела δ - феррит/жидкость кристаллов перитектического аустенита. Аустенит зарождается в виде округлых кристаллов, которые имеют тенденцию к росту как в сторону δ - феррита так и исходной жидкости. Однако, рост в сторону жидкости быстро прекращается и фронт роста аустенита начинает продвигаться исключительно в сторону δ - феррита. Главной особенностью перитектической реакции в рассматриваемой стали является высокая скорость ее осуществления. Подобно другим быстрорежущим сталям перитектический аустенит в стали Р6М5К5 растет в условиях постоянного контакта с жидкой фазой. На границе δ - феррита и аустенита присутствует жидкая фаза, сообщающаяся с основным количеством расплава посредством «каналов», через которые осуществляется основной диффузионный массоперенос компонентов. Жидкая фаза рассматриваемой стали отличается необычайно высокой степенью диспергирования. Так, по данным количественной металлографии средняя протяженность микроучастков жидкости внутри первичных зерен в 5-6 раз меньше, чем аналогичный показатель для стали Р6М5. Связанное с этим уменьшение размера ячеек аустенита и следовательно эффективного диффузионного расстояния является ускоряющим фактором перитектической реакции. Влияние скорости охлаждения на степень завершенности перитектической реакции в стали Р6М5К5-МП подобно ранее рассмотренной стали Р6М5-МП. Единственное отличие состоит в том, что кривая зависимости количества остаточного δ - феррита от скорости охлаждения в стали Р6М5К5-МП смещена вправо и область аустенитного состояния существенно расширена в сравнении с данными, полученными для стали Р6М5-МП. Помимо выше перечисленных факторов это объясняется также более высокой стабильностью перитектического аустенита, связанной с наличием в стали кобальта.

Список литературы

1. *Калинушкин Е. П., Доморацкий В.А., А. В. Балакін.* Розвиток уявленнь про перитектичну кристалізацію сплавів на основі заліза. – МіТОМ, Київ, 2001 г. – С. 23-30
2. *Доморацкий В.А.* Вплив параметрів спікання на механізм і кінетику структуроутворення у порошкових швидко-різальних сталях. – В сборнике VI

Международной конференции “Стратегия качества в промышленности и образовании”, 04.-11.06.2010, Специальный выпуск международного научного журнала Scientific Journal Acta Universitatis Pontica Euxinus, Варна, Болгария, том I. – С. 204-207.

3. *Sanin A., Bobilev V., Domoratsky V., Berbencev V., Nikolaev V., Shpirka I.* Metallurgical production assurance end of the cutting tool. – Theory and practice of metallurgy. № 1-2, 2015, - С. 95-98

УДК 620:172.251:621.182.3

А.О. Ерёмин, Е.В. Гупало

Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ РАБОТЫ КОЛЬЦЕВОЙ ПЕЧИ ПРИ ПЕРЕМЕННОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

При производстве металлургической продукции наиболее значительная составляющая в энергоемкости имеет место в прокатном переделе. По некоторым данным её величина может достигать 78 % [1]. В Украине затраты на топливо и электроэнергию в себестоимости продукции в 2 – 2,5 раза выше, чем в США, Германии и Японии, поэтому одной из актуальных задач является повышение энергоэффективности существующих технологий и оборудования.

Кольцевые печи отечественных предприятий спроектированы на производительность, существенно отличающуюся от сегодняшних фактических показателей, и эксплуатируются в условиях частого изменения производительности в диапазоне 30 – 100 %. Это приводит к отклонению от заданных технологией конечных параметров нагрева металла и повышенному удельному расходу топлива. В настоящее время математическое моделирование является наиболее доступным инструментом исследования тепловой работы печных агрегатов и разработки рациональных режимов их эксплуатации. В работе [2] составлена математическая модель тепловой работы кольцевой печи, согласно которой печь разделена на две расчетные зоны теплообмена:

- первая по ходу движения не отапливаемая (методическая) зона, в которой динамика процесса нагрева описывается с использованием решения задачи нагрева