

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

термически массивных тел в противотоке при сосредоточенном подводе греющего газа и нелинейных граничных условиях теплообмена;

- последующие отапливаемые зоны (сварочные и томильная), для расчета которых используется решение задачи нагрева тел в противотоке при распределенном подводе топлива и линейных граничных условиях теплообмена.

С использованием математической модели выполнены исследования тепловой работы кольцевой печи при известных способах нагрева металла: с постоянной длиной отапливаемых зон; с изменением длины отапливаемых зон путем отключения части горелочных устройств при снижении производительности. Анализ полученных результатов показал, что по удельным расходам топлива управление тепловой работой печи путем изменения длины отапливаемых зон имеет значительное преимущество, однако не позволяет обеспечить постоянное качество нагрева металла при переменной производительности [2].

На основе полученных результатов предложен новый способ нагрева металла с изменением длины отапливаемых зон печи в зависимости от производительности, предусматривающий установку дополнительных горелочных устройств в конце методической зоны [3]. Согласно этому способу управление нагревом осуществляется путем включения или отключения дополнительных горелок таким образом, что при снижении производительности длина отапливаемых зон увеличивается за счет сокращения длины методической зоны, а температура в зонах регулирования снижается. При этом распределение среднemasсовой температуры металла по длине печи поддерживается постоянным. В результате исследований определена зависимость длины отапливаемых зон печи от производительности. Показано, что реализация предложенного способа нагрева обеспечивает максимальную экономию топлива 11 кг ут/т (или 17 %) при снижении производительности до 30 % от максимальной. При средней производительности, 75 % от максимальной, обеспечивается экономия топлива 5,56 кг ут/т (10 %) [3]. Внедрение предложенного способа нагрева не представляет технических трудностей и может быть реализовано в любых печах непрерывного действия с распределенным подводом топлива по длине рабочего пространства с учетом специфики их конструкции и условий работы.

Список литературы

1. *Клівець П. Г.* Техніко-технологічний рівень вітчизняної металургійної галузі: напрями розвитку / П. Г. Клівець, О. Р. Логвиненко // Вісник Дніпропетровського університету. – Вип. 6/4, 2012. – С. 35–40.

2. Гупало Е. В. Энергоэффективная технология нагрева металла в кольцевой печи при переменной производительности прокатного стана / Гупало Е. В., Ерёмин А. О. // Обработка материалов давлением. – № 2 (39). – 2014. – С. 214- 215.

3. Гупало Е. В. Повышение энергоэффективности кольцевой печи в условиях переменной производительности / Гупало Е. В., Ерёмин А. О. // Экология и промышленность. – 2016. – №1. – С. 90-92.

УДК 661.68:669.046.001.57

А. В. Жаданос¹, И. В. Деревянко¹, В. Д. Жулина²

¹Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск

²ПАО "Запорожский абразивный комбинат", г. Запорожье

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА КАРБИДА КРЕМНИЯ В ПЕЧИ СОПРОТИВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Карбид кремния является одним из важнейших искусственных неорганических материалов, который широко используется для производства абразивных инструментов, высокотемпературных нагревателей, огнеупорной керамики и в металлургии. Большую часть производимого мировой промышленностью карбида кремния получают способом, предложенным Ачесоном в конце позапрошлого века. Сущность способа заключается в углеродотермическом восстановлении кремнезема за счет джоулевого тепла, выделяющегося при прохождении электрического тока через kern печи.

Процесс производства SiC очень трудоемок и требует больших энергетических затрат составляющих 7300-7600 кВт*ч/т. Доля электрической энергии в структуре себестоимости карбида кремния абразивного качества составляет 50-60%, при 60-70 т, выход товарной продукции составляет 10,5-11,5 т (15-19%). Поэтому, обеспечение максимального выхода продукта при рациональном расходе электрической энергии является важной производственной задачей. Основным критерием управления энергетическим режимом является характеристика шихтовых материалов и вид получаемого карбида кремния. Для разработки рациональных технологических режимов производства SiC по методу Ачесона требуется информация о процессах формирования теплового поля печей и