

МЕТАЛЛУРГИЯ ЧЕРНЫХ, ЦВЕТНЫХ И РЕДКИХ МЕТАЛЛОВ

УДК 621.746.5.047:669.14

В. А. Бигеев, Е. Б. Агапитов, М. М. Ерофеев, И. М. Захаров, С. А. Самойлин

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАБОТКИ РАСПЛАВА СТАЛИ НА АГРЕГАТЕ КОВШ-ПЕЧЬ С ПОЛЫМИ ЭЛЕКТРОДАМИ

В 2005–2006 гг. проведен комплекс исследований по совершенствованию работы агрегата ковш-печь (АКП) №1 кислородно-конвертерного цеха ОАО «ММК», представляющий собой двухпозиционный агрегат фирмы «FUCHS systemtechnik», предназначенный для обработки ковшей емкостью 370 т. Проектная мощность агрегата – около 5,5 млн тонн стали в год – является в настоящее время одной из самых высоких в мире.

Эффективность электродугового подогрева расплава зависит от ряда технологических факторов:

- толщины и состава шлакового покрытия металла;
- температуры расплава;
- длительности работы дугового устройства;
- режима перемешивания расплава;
- запаса устойчивости и быстродействия автоматической системы регулирования положения электродов;
- рабочей ступени печного трансформатора, определяющей напряжение, ток и длину дуги.

Эффективность нагрева определяется соответствием проектных и эксплуатационных характеристик.

Проведенные с помощью созданной системы сбора и обработки информации о электрических па-

раметрах дуговой установки исследования показали, что в настоящее время она работает в несимметричном, нестабильном режиме и не обеспечивает повторяемость нагрева в сходных условиях.

Возникновение несимметричного режима связано с разбалансировкой электрических фаз и нестабильной работой электрических дуг, эти эффекты определяются режимом АСУ управления дугами. Вследствие разбалансировки электрической системы перекосы токов по фазам достигают 30–40%, что приводит к неравномерному нагреву электродов и небалансам мощности отдельных дуг [1]. Так как персонал изменяет расход газа на донную продувку в соответствии с малопредсказуемой производственной обстановкой и периодическим использованием совместно с донной продувкой верхней фурмы, происходит разброс удельных энергетических затрат на тонну стали при сходных начальных условиях обработки, в частности начальной температуре металла, марке стали и ее составе. На **рис. 1** представлены результаты обработки массива данных паспортов 320 плавок стали марки 08, анализ которых показывает, что существуют факторы, обуславливающие группировку значений удельных расходов в определенных зонах (0,003–0,01; 0,01–0,02; выше 0,02 кВт·ч/(с·т)), выявление данных факторов позволит управлять режимом нагрева расплава и снизить удельный расход электроэнергии.

Анализ электрических режимов показал, что одним из факторов, определяющих эффективность вложения электроэнергии, является устойчивость горения дуг. Совместное исследование электрических и тепловых характеристик работы печи ковша позволило оценить связь к.п.д. нагрева и режима работы ЭДУ. Выявлено снижение к.п.д. нагрева при возрастании несимметричности работы ЭДУ. Несимметричность токов по фазам более 10% сопровождается резким, скачкообразным изменением электрических

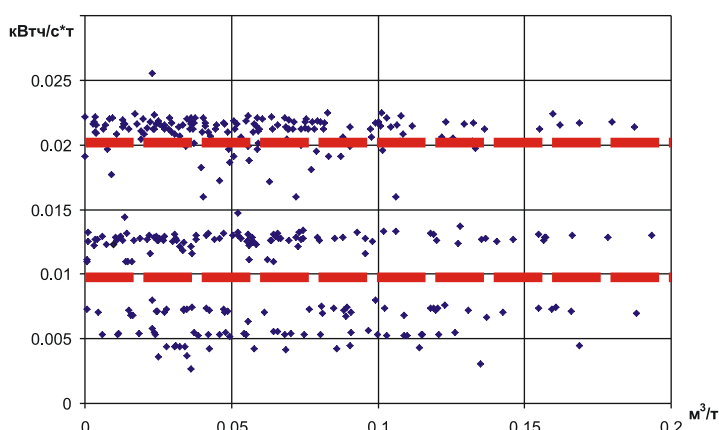


Рис. 1. Зависимость удельного расхода электроэнергии на обработку от удельного расхода продувочного аргона

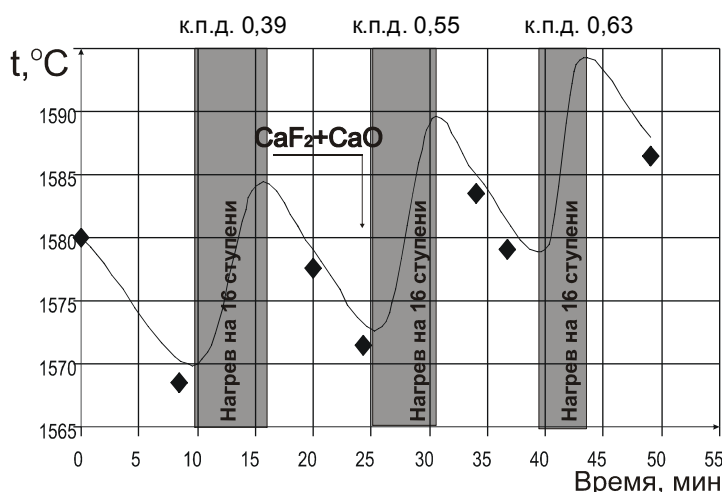


Рис. 2. График изменения температуры расплава и к.п.д. нагревов

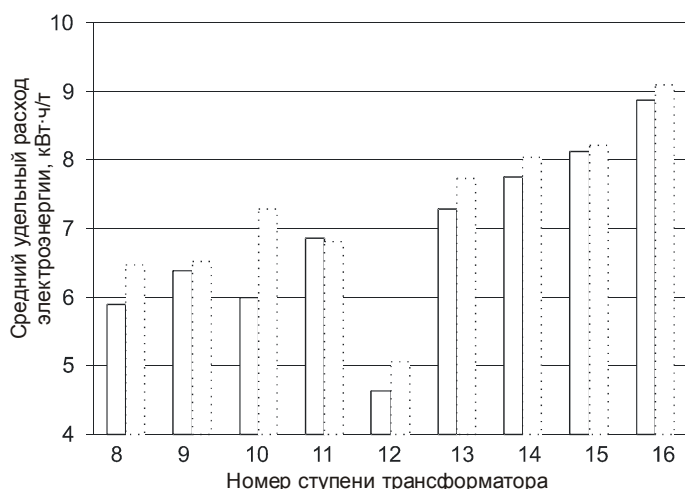


Рис. 3. Сравнение среднего удельного расхода электроэнергии на различных ступенях печного трансформатора при работе на полых (сплошные линии) и сплошных (пунктир) электродах

параметров ЭДУ и считается неустойчивым режимом работы.

Из рис. 2 видно, что нагревы, проводимые на одной и той же ступени трансформатора, но при различном режиме горения дуг, приводили

к различной эффективности (к.п.д.) нагрева [2]. При этом к.п.д. нагрева изменялся от 0,39 до 0,63. Параллельная регистрация электрических характеристик показала, что максимальный к.п.д. достигался при минимальном колебании электрических параметров – токов и напряжений, то есть при наиболее устойчивом режиме работы ЭДУ.

Для улучшения режима горения дуг, снижения расхода электродов было предложено оснастить агрегат полыми электродами и системой подачи в них газа.

Проведенные серии из 106 и 320 плавок показали перспективность предложенного решения. Экономия электроэнергии достигалась на всех ступенях работы трансформатора, однако наиболее существенно (6–7%) при работе на 12 ступени (рис. 3). Удельный расход электродов снижался в среднем на 10%, изменился характер выгорания электродов. Угар электродов происходил симметрично в виде воронки правильной формы, за счет привязки дуги в центрах электродов. Обнаружено, что устойчивое горение дуги связано с оптимизацией расходов подаваемого в электроды газа для каждой ступени работы трансформатора.

Технологические аспекты эффективности использования полых электродов могут наиболее ярко проявиться в технологии обработки сверхнизкоуглеродистых сталей (типа IF сталей) и при отклонении хода плавки от установившегося ритма или, например, в условиях отсутствия возможности наведения «белого» шлака из-за временных или технических ограничений. Особый интерес данная технология может представлять для производств, использующих ковши «с высоким» наливом, не позволяющим организовать вспенивание шлака как, например, в ККЦ ОАО ММК.

Библиографический список

1. Развитие системы управления электродуговой установкой печь-ковш с целью повышения эффективности нагрева / Е.Б. Агапитов, Г.П. Корнилов, А.А. Николаев, М.М. Ерофеев, Ю.П. Журавлев, А.П. Мусиенко // Изв. вузов. Электромеханика. 2006. № 4. С. 81–84.
2. Управление тепловым и электрическим режимами агрегата ковш-печь / Е.Б. Агапитов, Г.П. Корнилов, Т.Р. Храмшин, М.М. Ерофеев, А.А. Николаев // Электromеталлургия. 2006. № 6. С. 11–16.