

Устройство контроля скорости обезуглероживания

Рассмотрен метод контроля скорости обезуглероживания. Подробно описывается схема устройства для контроля скорости обезуглероживания металла. Установлено, что определение скорости потока корреляционным методом позволяет с высокой точностью определить расход газа при измеренной температуре и рассчитать скорость обезуглероживания.

Ключевые слова: конвертер, продувка, параметры отходящих газов, скорость обезуглероживания

Введение. Известен ряд методов контроля скорости обезуглероживания в процессе продувки кислородом металла в сталеплавильном агрегате [1-4]. Наиболее распространённым из них является метод контроля химического состава отходящих из конвертера газов [5]. При всей теоретической простоте метода при его реализации возникают проблемы как точного измерения количества отходящих газов в месте отбора их на анализ, так и временного согласования результатов измерения состава и количества газов. Возникают также трудности эксплуатации системы отбора, очистки и подготовки газов на анализ. В результате всё это снижает точность контроля скорости обезуглероживания.

Известен способ контроля скорости обезуглероживания, основанный на расчёте по результатам измерений удельной электропроводности и силы тока, индуцированного при движении потока газа в направлении, перпендикулярном его магнитному полю в одной и той же точке [6]. Недостатком данного способа является низкая точность контроля, обусловленная трудностью точного измерения абсолютных значений удельной проводимости из-за влияния магнитного поля.

Известно также устройство, содержащее измеритель электропроводности, в виде пары электродов, установленных в ядре потока отходящих газов [7]. Недостатком устройства является сложность его реализации, связанная с необходимостью создания мощного магнитного поля в газоходе.

Исследования, представленные в статье, проводились в НТУУ «КПИ» по темам: «Математические модели и алгоритмы системы управления кислородным конвертером», «Управление конвертерной плавкой в условиях неполной информации о начальных и конечных условиях продувки» (Государственные регистрационные номера 0110U002880 и 0114U005002).

Постановка задачи. Цель исследований – изучение поведения отходящих газов в газоходе с целью нахождения зависимостей параметров отходящих газов в газоходе и скорости обезуглероживания в ванне конвертера.

Результаты исследований. Поставленная цель достигается тем, что в известном [6] способе контроля скорости обезуглероживания, основанного на измерении электропроводности ядра потока отходящих газов, дополнительно измеряют температуру

отходящего газа. А измерение электропроводности осуществляют одновременно в двух точках по ходу потока отходящих газов, сравнивают их между собой, и с учётом полученных результатов осуществляют контроль скорости обезуглероживания по формуле

$$v_c = \frac{kSL}{Gb(\tau)\Delta t}, \quad (1)$$

где k – коэффициент пропорциональности, для 160-тонного конвертера, равный 14,633; v_c – скорость обезуглероживания, %/мин; S – площадь поперечного сечения газохода, м²; G – садка конвертера, т; Δt – продолжительность продувки, мин; t – температура газа, К; Δt – интервал времени прохождения газом расстояния L (м) между точками измерения, мин; $b(\tau)$ – коэффициент угара металла, определяется технологическими особенностями процесса. Для условий продувки 160-тонного конвертера через 4-х сопловую фурму с углом наклона сопел к вертикали 20°

$$b(\tau) = 1 - b'(\tau), \quad (2)$$

где $b'(\tau) = 0,005 \text{ мин}^{-1}$.

Δt находится из условия максимума взаимно корреляционной функции $R(t)$

$$R(\tau) = \frac{1}{T} \int_{\tau_2}^{\tau_1} \sigma_1(\tau)\sigma_2(\tau - \Delta\tau)d\tau, \quad (3)$$

где T – время усреднения, s_1, s_2 – проводимость газового промежутка между электродами каждой пары в точках 1 и 2 соответственно.

Поток отходящих конвертерных газов является турбулентным (число Рейнольдса для него 10⁵), поэтому в нём существуют флюктуации физических характеристик газа с частотами 50-80 Гц. Следовательно, характерный масштаб неоднородности Δl , м, при скоростях потока $v = 10-20 \text{ м/с}$ равен

$$\Delta l = \frac{v}{f} = 0,2 - 0,3. \quad (4)$$

Последовательная регистрация движущейся неоднородности электропроводности в двух точках,

расположенных вдоль потока на расстоянии L позволяет определить его скорость $v \Delta t$ в ядре.

Уверенное определение Δt корреляционным методом (3) возможно при $L = (2-3) \Delta l$, то есть при $L = 0,4-0,6$ м.

Связь скорости обезуглероживания металла со скоростью потока находится из соотношения (1). Наиболее точно соотношение (1) выполняется в ядре потока отходящих газов, ввиду сохранения начальных значений скорости исходящих из горловины газов по всему ядру потока.

Использование свойств электропроводности отходящих газов в качестве носителя информации о скорости потока целесообразно, во-первых, ввиду того, что метод основан на регистрации флуктуаций, а амплитуда флуктуаций проводимости наибольшая, во-вторых, ввиду наибольшей простоты её измерений в локальной области – ядре факела.

Способ осуществляется следующим образом. В ядре потока отходящих газов на уровне верхней части кессона в точках, расположенных на расстоянии 0,4-0,6 м по вертикали, одновременно измеряют изменения проводимости газа любым известным методом, например, при помощи электродов и абсолютные значения температуры зоны с контролируемой электропроводностью. Измерение температуры осуществляют оптическим пирометром. Далее определяют время Δt прохождения газом расстояния между точками, в которых измеряют проводимость путём сравнения временных зависимостей по максимуму взаимно корреляционной функции (3). И далее по формуле (1) находят скорость обезуглероживания.

Устройство контроля скорости обезуглероживания (рис. 1) содержит две пары электродов 1 и 2, датчик 3 температуры газа, измерители 4 и 5 электропроводности, измеритель 6 температуры, блок 7 сравнения, вычислительное устройство 8, конвертер 9, кессон 10, ядро факела 11, газоход 12. Выходы датчиков электродов 1 и 2, подключены к измерителям 4 и 5, выход датчика 3 температуры подключен к измерителю 6, выходы измерителей 4 и 5 электропроводности подключены к входу блока 7 сравнения, выходы измерителя 6 температуры и блока 7 сравнения подключены ко входам вычислительного устройства 8.

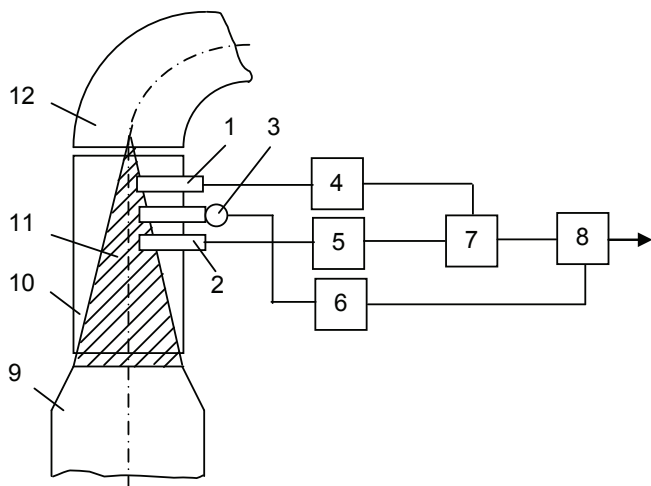


Рис. 1. Блок-схема устройства

Внутренняя структура вычислительного устройства 8 (рис. 2) содержит блок деления 13, блоки умножения 14 и 15, блок вычитания 16, генератор пилообразного напряжения 17, блок ввода коэффициентов 18, причём блоки 14-17 соединены между собой последовательно. Выход блока 14 подключен к первому входу блока 13, ко второму входу которого подключен блок 18. Выход блока 13 является выходом вычислительного блока 8. Выход блока сравнения 7 подключен ко второму входу блока 14, выход измерителя температуры 6 подключен ко второму входу блока 15.

Для упрощения конструкции устройства измерительный электрод выполнен в виде цилиндра, имеющего продольный сквозной канал 19 (рис. 3), который представляет собой оптический канал излучения газа для измерения температуры. В оптическом канале со стороны, находящейся вне кессона 10, установлен датчик температуры 3. Электрод изолирован от кессона изоляторами 20. Для того, чтобы оптический канал и кольцевой зазор между электродом и кессоном не зарастали, их продувают воздухом или инертным газом.

Информация об электропроводности и температуре газового потока, снимаемая при помощи двух пар электродов 1, 2 и датчика температуры 3 и измерителем 4-6 поступает в блок сравнения 7 для получения величины Δt из условий максимума функции (2) и в вычислительный блок 8 для вычисления v_c по выражению (1). Значение v_c передаётся в регулятор или выводится на индикаторное устройство.

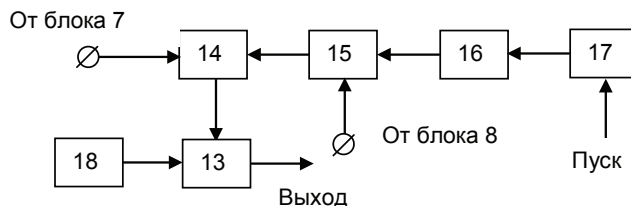


Рис. 2. Схема вычислительного блока 8

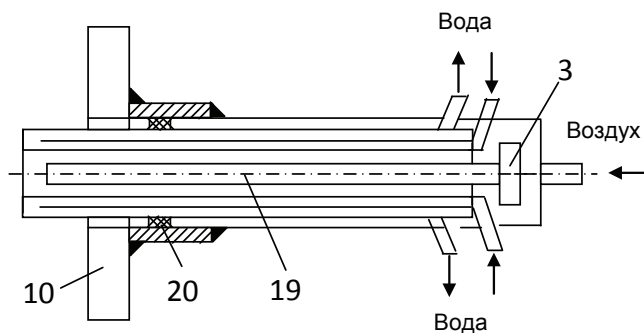
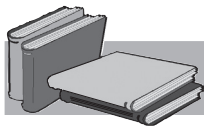


Рис. 3. Измерительный электрод

Выводы

Определение скорости потока корреляционным методом позволяет с высокой точностью определить расход газа при измеренной температуре и рассчитать скорость обезуглероживания.

Дальнейшие исследования будут направлены на включение устройства контроля скорости обезуглероживания в АСУТП конвертерной плавки.



ЛИТЕРАТУРА

1. *Богушевский В. С.* Определение скорости обезуглероживания в ванне конвертера / В. С. Богушевский, Н. А. Сорокин, Е. И. Беляев // Изв. вузов. Чёрная металлургия. 1986. – № 2. – С. 18-21.
2. *Филиппов С. И.* Теория процесса обезуглероживания стали / С. И. Филиппов. – М.: Металлургия, 1967. – 280 с.
3. *Богушевский В. С.* Математическая модель управления дутьевым режимом конвертерной плавки / В. С. Богушевский, В. Ю. Сухенко, Е. А. Сергеева // Изв. вузов. Чёрная металлургия. – 2011. – № 8. – С. 24-25.
4. *Охотский В. Б.* Модели металлургических систем / В. Б. Охотский. – Днепропетровск: Системные технологии, 2006. – 287с.
5. *Богушевский В. С.* Параметры отходящего газа как индикаторы массо- и теплообменных процессов в ванне конвертера / В. С. Богушевский, С. В. Жук, Е. Н. Зубова // Металл и литьё Украины. – 2012. – № 7. – С. 16-20.
6. *Богушевский В. С.* Математические модели и системы управления конвертерной плавкой / В. С. Богушевский, Л. Ф. Литвинов, Н. А. Рюмшин, В. В. Сорокин. – К.: НПК «Киевский институт автоматки», 1998. – 304 с.
7. *Богушевский В. С.* Контроль скорости обезуглероживания в ванне металлургического агрегата / В.С. Богушевский, О. С. Абрамова, М. В. Горбачова // Материалы промышленного инвестиционного форума, 23-25 мая, 2012, г. Запорожье. – С. 291-292.

Анотація

Богушевський В. С., Горбачова М. В.

Пристрій контролю швидкості зневугледцювання

Розглянуто метод контролю швидкості зневугледцювання. Детально описується схема пристрою для контролю швидкості зневугледцювання металу. Встановлено, що визначення швидкості потоку кореляційним методом дозволяє з високою точністю визначити витрати газу при виміряній температурі і розрахувати швидкість зневугледцювання.

Ключові слова

конвертер, продування, параметри відхідних газів, швидкість зневугледцювання

Summary

Bogushevskiy V., Gorbachova M.

Control device of decarbonization rate

The method of controlling the rate of decarbonization is studied. It is spoken in detail scheme of device for controlling of decarbonization rate. It is determined that the definition of the flow velocity with correlation method allows to determine accurately the gas flow at the measured temperature and to calculate the rate of decarbonization.

Keywords

basic-oxygen furnace, purging, parameters of exhaust gases, rate of decarbonization

Поступила 25.02.2015