

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИМИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

*Б. С. Фиалков, Н. Д. Щербаков, Н. К. Акст, В. И. Беседин,
М. Д. Островский*
(Караганда)

Решение задач повышения производительности теплотехнических и технологических агрегатов, экономии топлива, защиты окружающей среды требует создания малоинерционных, надежных и дающих объективную информацию средств контроля сжигания топлива. Особо актуально изыскание легко и надежно измеряемого параметра, отражающего внутренние закономерности развития протекающего в данном агрегате процесса. В этой связи представляется перспективным использование «электрического шума» пламен и зон горения [1], постоянная составляющая которого, как показано ранее [2], зависит от коэффициента избытка окислителя, состава топлива и т. п.

Опытно-промышленные исследования и внедрение производились на различных агрегатах Карагандинского металлургического комбината. На мартеновских печах, нагревательных колодцах и колпаковых печах, отапливаемых соответственно холодным коксовым газом и мазутом, смесью коксового и доменного газа различных соотношений, контролировались коэффициент избытка окислителя, степень выгорания углерода в стали и калорийность топлива. Зонды [1], охлаждаемые и неохлаждаемые (в зависимости от общего теплового режима агрегата), устанавливались: в мартеновских печах — в районе пережима, на нагревательных колодцах — над рекуператорами, на колпаковых печах — в горелочном туннеле. Одновременно с измерениями потенциала пламени, вернее, постоянной составляющей «электрического шума», проводился анализ продуктов сгорания, а в мартеновских печах — и анализ стали на углерод.

Результаты исследований (рис. 1) свидетельствуют о достаточно представительном характере изменения величины сигнала при варьировании коэффициента избытка окислителя (воздуха и кислорода). Как это наблюдалось и в лабораторных экспериментах [2], соответствующая зависимость имеет экстремальный характер. Различие в положении экстремума для рассмотренных агрегатов связано с составом используемого топлива, организацией процесса горения и расположением контролируемых точек относительно зон факела. Исследования на большегрузных мартеновских печах показали наличие связи содержания углерода в металле с величиной потенциала (при постоянстве соотношения топливо/окислитель) с коэффициентом корреляции около 0,86 в диапазоне концентраций углерода 0,1—2,0%. (Существование названной связи обусловлено поступлением в факел из ванны, при выгорании углерода, СО и пропорциональностью этого поступления остаточному содержанию С.) Этим обеспечивается также и контроль периодов плавки, что позволяет увеличить производительность печи и качество металла; достигнуто снижение удельного расхода условного топлива на 2,34 кг на тонну стали. На нагревательных колодцах налажено управление сжигания топлива, ликвидирована неравномерность температурного поля путем перераспределения воздуха в функции сигналов с зондов, установленных над рекуператорами, и оптимизирован общий его расход. При этом достигнуто существенное увеличение равномерности нагрева слитков, устранено оплавление окалины, а расход газа снижен на 10—14%. Показана возможность контроля и, что особенно важно, автоматического регулирования калорийности смеси газов (рис. 2).

На агломерационных машинах при спекании железорудных материалов датчики установлены в вакуум-камеры под колосниковой решеткой,

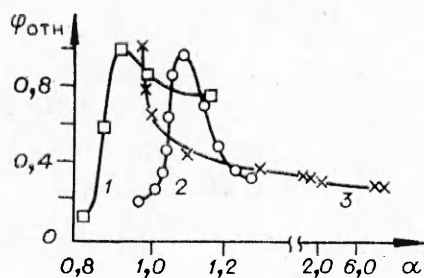


Рис. 1. Зависимость относительной величины электрического потенциала пламени ($\phi_{отн}$) от коэффициента избытка окислителя (α) для различных промышленных агрегатов.

1 — колпаковая печь; 2 — мартеповская печь; 3 — нагревательный колодец.

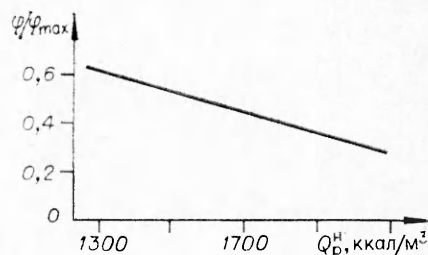


Рис. 2. Влияние calorийности смеси коксового и доменного газов (Q_p^H) на относительную величину электрического потенциала факела.

а сигнал с них использован для контроля конца спекания, количества топлива в шихте и ее влажности. Показана тесная связь этих параметров с величиной сигнала. Конец спекания контролировался по исчезновению сигнала с соответствующего зонда, а скорость машины управлялась поддержанием этого момента над заданной вакуум-камерой. Возросла на 4 т/час производительность, повышено качество агломерата, снижен расход топлива на процесс.

На опытно-промышленной аглочае испытано управление процессом спекания путем наложения электрических полей. Напряжение подавалось на сетчатый электрод, укладываемый на шихту. Корпус аглочаши заземлялся. Показана зависимость параметров процесса агломерации от величины и знака потенциала сетки, ее расстояния от шихты. Так, при наложении отрицательного потенциала 5 кВ температура отходящих газов возросла на 60°, а время спекания уменьшилось на 18%. При смене полярности время спекания по сравнению с обычными условиями возросло на 10%, а температура отходящих газов снизилась на 40°. Отдаление сетчатого электрода от поверхности шихты приводило к уменьшению наблюдаемых эффектов. Проведенные эксперименты показали, что наложение электрического поля позволяет интенсифицировать процесс агломерации и снизить расход топлива на спекание.

Показана эффективность использования для управления горением (при турбулентном горении газов и жидких топлив и сжигании твердого топлива в циркуляционном режиме) принципа обратной связи, когда генерируемые процессом горения колебания, в частности, низкочастотная составляющая «электрического шума», усиливаются и с заданным сдвигом по фазе относительно первичного сигнала возвращаются после преобразования обратно в зону горения. Лабораторные и опытно-промышленные испытания показали, что во всех случаях при этом происходит значительное изменение, соответствующее по знаку сдвигу по фазе, размеров зон горения ($\pm 10 \div 18\%$), температуры (на 2,5—4,5%). При противофазе излучаемого сигнала эффективно гасятся колебания, излучаемые из зоны горения.

Таким образом, опытно-промышленные испытания и результаты внедрения свидетельствуют об эффективности использования электрофизических явлений для контроля и управления процессами в промышленных агрегатах при простоте и надежности используемых датчиков и вторичных приборов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б. С. Фялков, В. Т. Плицин. Кинетика движения и характер горения кокса в доменной печи. М.: Металлургия, 1971.
2. Б. С. Фялков, Н. Д. Щербаков. ФГВ, 1978, 14, 3, 87.