

ОБ ОДНОМ СПОСОБЕ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ГОРЕНИЯ ГАЗООБРАЗНОГО ТОПЛИВА В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПЕЧАХ

Цапенко Г.И.

Донецкий государственный технический университет, кафедра АТ

Abstract

Tsapenko G.I. On An Optimum control of gas fuel burning in metallurgical furnaces. It is considered the burning control on a jet temperature maximum in this work. it is obtained due to applying search algorithms of control.

В металлургических печах, в том числе нагревательных колодцах, основным процессом является процесс горения топлива, который определяет их производительность и экономические показатели.

Горение – это процесс взаимодействия топлива с окислителем, сопровождающийся выделением тепла. в качестве топлива на металлургических заводах в основном используется газообразное топливо, представляющее собой смесь природного, коксового и доменного газов. Теплотворная способность смеси газов в среднем составляет порядка 2000 ккал/м³ и может изменяться в зависимости от соотношений составляющих смеси в пределах 20 %.

В качестве окислителя используется кислород, содержащийся в воздухе и по объему составляет 21 % для широт Украины.

Горючими веществами топлива являются вещества, вступающие в реакцию окисления, т.е. окись углерода, водород и метан.

Наиболее правильным было бы регулировать соотношение газ-воздух по анализу химического состава продуктов сгорания топлива и на его основе подавать воздух в таком количестве, чтобы обеспечить наиболее полное сжигание топлива. однако неопределенность точки отбора представительной пробы продуктов сгорания, громоздкость и инерционность, невысокая надежность системы анализа, наличие транспортного запаздывания пробы от центра рабочего пространства печи до места установки датчиков (порядка 20 –

40 с) не позволяет создать качественную систему регулирования процесса горения.

Наиболее целесообразным является регулирование процесса горения по максимуму температуры продуктов сгорания, точнее по температуре факела, т.к. в этом случае обеспечивается оптимальный процесс горения за счет подачи количества воздуха, необходимого для полной реакции окисления компонентов топлива [1].

Температурный режим в печи определяется расходом газа, подаваемого на горелочные устройства, а процесс горения топлива обеспечивается подачей на те же горелочные устройства воздуха в определенном соотношении.

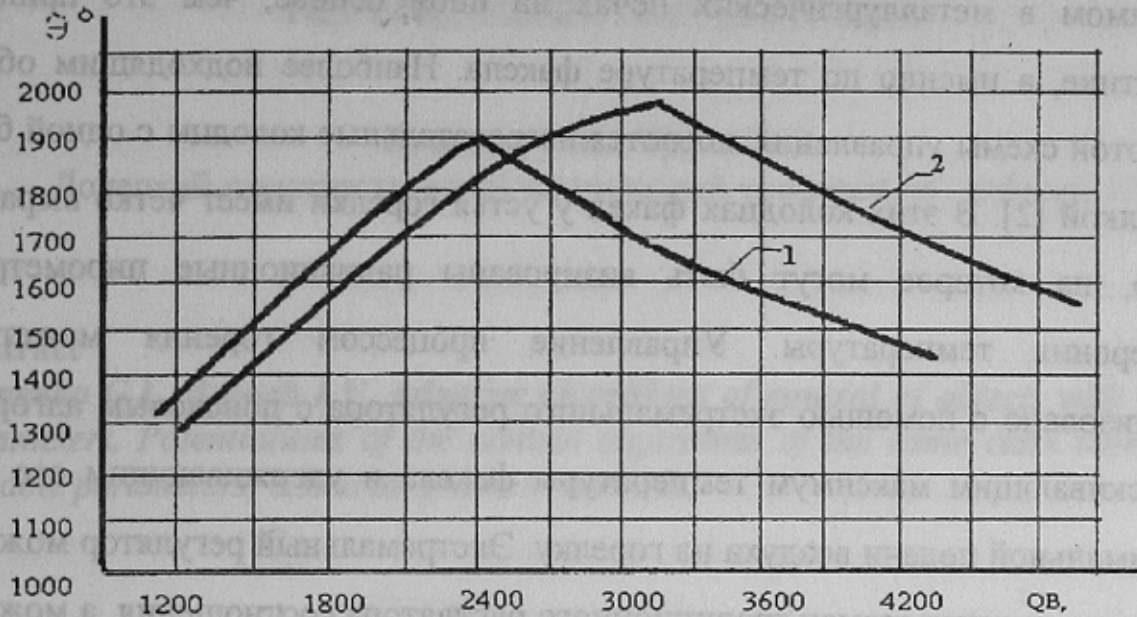
По данным химического состава топлива, используемого на одном из металлургических заводов, произведен расчет температуры пламени факела в процессе горения топлива с различной теплотворной способностью. расчет произведен на основании уравнений теплового баланса:

$$\theta = \frac{Q_f \lambda_f + Q_v C_v \theta_v + Q_p C_p \theta_p}{Q \cdot C}$$

Где q_f - расход топлива, м³/с; λ_f - теплотворная способность топлива, ккал/м³; q_v - расход воздуха, м³/с; c_v - теплоемкость воздуха, ккал/м³·град. с; θ_v - температура подаваемого воздуха, град. с; c_f - теплоемкость топлива, ккал/м³·град. с; θ_f - температура подаваемого топлива, град. с; q_p - объем продуктов сгорания, м³/с; c - теплоемкость продуктов сгорания, ккал/м³·град. с; θ - температура факела, град. с.

На рис. 1 приведены графики зависимости температуры продуктов сгорания от количества подаваемого на горелку воздуха при постоянном расходе газа.

Следовательно, статическая характеристика процесса горения температуры факела - расход воздуха представляет собой кривую с четко выраженным экстремумом, максимум которой соответствует полной реакции окисления топлива. снижение температуры левее максимума объясняется неполным сгоранием топлива. в этом случае в продуктах сгорания будут



1 – При $\lambda_t = 1600$ Ккал/М³; 2 – При $\lambda_t = 2000$ Ккал/М³.

Рисунок 1 – Зависимость температуры продуктов сгорания θ °с от количества воздуха $q_{в}$ при неизменном расходе топлива $q_t = 1700$ м³/ч различной калорийности λ_t

содержаться окислы углерода Co (угарного газа). Правее от максимума снижение температуры объясняется потерей тепла на нагрев избыточного воздуха, а в продуктах сгорания будет содержаться кислород.

Из сравнения статических характеристик процесса горения при различной теплотворной способности топлива можно утверждать о дрейфе экстремума. Поэтому, принятая на практике система автоматического регулирования соотношения газ – воздух путем жесткой установки коэффициента избытка воздуха не может удовлетворять необходимому качеству процесса горения. Так регулирование процесса горения путем изменения расхода одного компонента по расходу другого не является оптимальным вследствие невозможности учета изменений калорийности топлива, потерь в воздушном тракте, подсосов воздуха из атмосферы в пространство печи.

На основании изложенного целесообразно управлять температурным режимом в металлургических печах на иной основе, чем это принято на практике, а именно по температуре факела. Наиболее подходящим объектом для этой схемы управления являются нагревательные колодцы с одной боковой горелкой [2]. В этих колодцах факел у устья горелки имеет четко выраженное ядро, на которое могут быть визированы радиационные пирометры для измерения температуры. Управление процессом горения может быть реализовано с помощью экстремального регулятора с поисковым алгоритмом, отыскивающим максимум температуры факела и удерживающим его за счет оптимальной подачи воздуха на горелку. Экстремальный регулятор может быть введен в систему взамен традиционного регулятора соотношения, а может быть использован как корректирующий регулятор в системе соотношения газ – воздух, воздействующий на уставку имеющегося в системе регулятора. Второй вариант системы управления процессом горения предпочтительнее, так как в этом случае будут наименьшие изменения в существующей системе регулирования соотношения газ – воздух.

Экстремальный регулятор выполняется на базе микроконтроллера. Алгоритм поиска экстремума, принятый в регуляторе, обеспечивает непрерывное отслеживание экстремума, необходимую фильтрацию сопутствующих помех вследствие флуктуации пламени.

Управление процессом горения с помощью экстремального регулятора позволяет сэкономить до 10% топлива, снизить угар нагреваемого металла за счет снижения свободного кислорода в топочном пространстве печи.

Литература

1. Либерзон Л.М., Родов А.Б. Системы экстремального регулирования. М. Энергия, 1965. 160 с.
2. Автоматизация металлургических печей. Каганов Ю.В., Блинов О.М., Глинков Г.М., Морозов В.А. М. Металлургия, 1975. 376 с.