

В. В. Калинин¹, А. С. Черненко¹, М. Н. Корчагина¹, Р. В. Авдеев², Р. Д. Куземко³

1 – ОНУ им. Мечникова, г. Одесса, 2 – МК «Азовсталь», г. Мариуполь;

3 – ГВУЗ «ПГТУ», г. Мариуполь.

ГОРЕНИЕ И МЕХАНИЧЕСКАЯ НЕПОЛНОТА СГОРАНИЯ ПЫЛЕУГОЛЬНЫХ ЧАСТИЦ

Чрезвычайно важной и актуальной задачей в металлургии является обеспечение таких условий теплообмена и кинетики химических реакций, которые обеспечивают устойчивое зажигание и горение, при этом механическая неполнота сгорания и газификации пылеугольного топлива (ПУТ) в условиях фурменного очага доменной печи стремится к нулю. Как известно, механическая неполнота горения определяется массой несгоревшего угля в продуктах сгорания.

В работе приведены результаты анализа временных зависимостей температуры, диаметра и плотности пылеугольных частиц и установлены закономерности процессов зажигания, воспламенения, горения и самопроизвольного погасания. Явление самопроизвольного погасания пористых частиц (ПУТ) характеризуется достижением таких значений плотности и размерами частиц, при которых горение их практически прекращается, а масса этих частиц определяет механическую неполноту сгорания.

Установлено, что зажигание протекает в кинетическом режиме и может быть осуществлено в интервале размеров частиц, который увеличивается с ростом концентрации кислорода в дутье. Показано, что процесс горения протекает квазистационарно в диффузионном режиме, а температура и скорость горения, в основном, определяются уменьшением диаметра частицы по мере ее продвижения в факеле.

Установлено, что происходящее в процессе горения и газификации пылеугольных частиц в условиях неплотного факела одновременное увеличение коэффициентов теплообмена в результате уменьшения размеров частиц на начальной стадии квазистационарного горения приводит к большему увеличению скорости химического тепловыделения по сравнению со скоростью теплоотвода с окружающим газом и лучистыми теплопотерями. Это является причиной увеличения температуры горения до максимального значения при соответствующем диаметре частицы.

Последующее уменьшение диаметра приводит к уменьшению температуры угольных частиц до критических значений, при которых происходит их самопроиз-

вольное погасание. После этого горение сменяется на окисление, которое протекает в кинетическом режиме.

Установлено, каким образом характеристики воспламенения, зажигания (определяется начальным разогревом частиц), горения и самопроизвольного погасания коксовых частиц зависят от тепловых эффектов, энергий активации и предэкспоненциальных множителей, которые определяют реакционную способность.

Показано, что при расчете времени сгорания угольных частиц необходимо: во-первых, знать критические диаметры и температуры воспламенения и зажигания; во-вторых, критические диаметры и плотности, при которых происходит самопроизвольное погасание; в-третьих, области горения частиц, которые определяются диффузионно-кинетическими отношениями. Поскольку разные марки угля отличаются по свойствам, то при его сжигании эти отличия будут обязательно проявляться.

В работе приведены результаты анализа временных зависимостей температуры, диаметра и плотности пористой частицы кокса угля для установления закономерностей ее зажигания и горения в диффузионном, переходном и кинетических режимах при различных начальных диаметрах, плотности и температурах, температуре газоздушного потока и концентрации окислителя с учетом и без учета радиационных теплотерь.

На примере кокса антрацита и назаровского угля, которые характеризуются разной пористостью и реакционной способностью, показано, что в процессе их горения линейно изменяется со временем не квадрат диаметра, как обычно следует из классического подхода, а произведение квадрата диаметра частицы на ее плотность. Поэтому изменение за единицу времени произведения квадрата диаметра частицы на ее плотность является константой горения пористой частицы в диффузионной области как величины, характеризующей скорость горения и не зависящей от начальных значений диаметра и плотности угольной частицы.

В зависимости времени горения от начальных значений диаметра и плотности частицы, концентрации окислителя и температуры газовой смеси теоретически обоснован ранее эмпирически полученный коэффициент реакционной способности.