

Рис. 3. Изменение температурных полей по сечению шахтной печи на уровне жаровых каналов. Цифры у кривых – температура, °С

Для улучшения тепловой и газодинамической работы шахтной печи необходимо обеспечить возможность равномерного распределения горячих газов по длине каждого канала с использованием отдельных интенсификаторов движения (установка отдельных управляемых горелочных устройств на каждый канал или введение в канал интенсификаторов движения в виде кинетической струи). За счет кинетической энергии газов они равномерно распределяются, обеспечивают повышение качества обжига исходных материалов. Организация управляемого отсоса газов из надслоевого пространства с помощью отдельных газовых каналов, соединенных с дымососом через шибер, способна реализовать повышенную равномерность распределения газов по объему печи.

Список использованных источников

1. Бланк М.Э., Жунев А.Г., Юрьев Б.П. Обжиг сидеритовой руды в шахтной печи // *Металлург*. 1985. № 9. – С. 12–14.

УДК 662.74

И. П. Лазебный, О. К. Кордюмов, П. В. Осипов

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫХОДА ЛЕТУЧИХ ВЕЩЕСТВ ИЗ КАМЕННОГО УГЛЯ В ИНЕРТНОЙ И ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ

Аннотация

В данной работе рассмотрен процесс конверсии каменного угля в среде Ar и смеси O₂/N₂. Образцы разогревались в указанных средах в печи термогравиметрического анализатора со скоростью 10 и 20 К/мин до температуры 1173 К. Полученные термограммы позволили оценить стадии протекания процесса и их температурные границы, рассчитать скорость убыли массы. Результаты могут быть использованы при моделировании процессов пиролиза и горения частиц угля в теплотехнических устройствах.

Ключевые слова: термогравиметрический анализ, уголь, аргон, воздух, пиролиз.

Abstract

The coal conversion process in Ar and O₂/N₂ atmosphere was studied. Coal samples were heated in the thermogravimetric analyzer at different heating rates 10 and 20 K/min up to 1173 K. Based on the experimental results, process stages and its temperature ranges were obtained, reac-

tion rate was calculated. The results can be used for coal particles combustion and pyrolysis modeling.

Keywords: thermogravimetric analysis, coal, argon, air, pyrolysis.

Процесс термической деструкции энергетических и коксующих углей представляет собой сложный процесс, включающий ряд последовательно-параллельных реакций. При моделировании подобных процессов, происходящих в теплотехнических устройствах, актуальной является задача выбора обоснованной модели термохимического превращения топлива. Исходные данные по скорости реагирования, температурных границах каждой стадии могут быть получены на основе экспериментальных данных. Наиболее распространенным экспериментальным методом в подобных исследованиях является метод термогравиметрического анализа (ТГА).

ТГА анализ представляет собой метод исследования, в котором фиксируется изменение массы образца в процессе термической деструкции. Приборы ТГА позволяют с высокой точностью контролировать изменение массы и температуру навески. Температурная программа эксперимента реализуется как при изотермических, так и при неизотермических условиях. Данные термического разложения используются для изучения кинетики пиролиза и горения коксового остатка.

Присутствующие в угле летучие вещества высвобождаются в газообразном виде. Скорость их выхода может изменяться в зависимости от максимальной температуры и скорости нагрева. В данной работе проведено исследование выхода летучих веществ из каменного угля в среде Ar и смеси O₂/N₂. Характеристики каменного угля представлены в таблице 1. Эксперименты проводились в термогравиметрическом анализаторе NETZSCH STA 449 F3 при неизотермических условиях нагрева со скоростью 10 и 20 К/мин. Масса исходных образцов составляла 10 мг, средний диаметр частиц 150 мкм.

Таблица 1

Характеристики угля

Образец	A ^d , %	W ^a , %	V ^{daf} , %
Кузнецкий уголь марки Д	15,9	5,5	44,8

На рис. 1 приведены исходные кривые конверсии образцов угля в среде Ar и O₂/N₂ для двух скоростей нагрева.

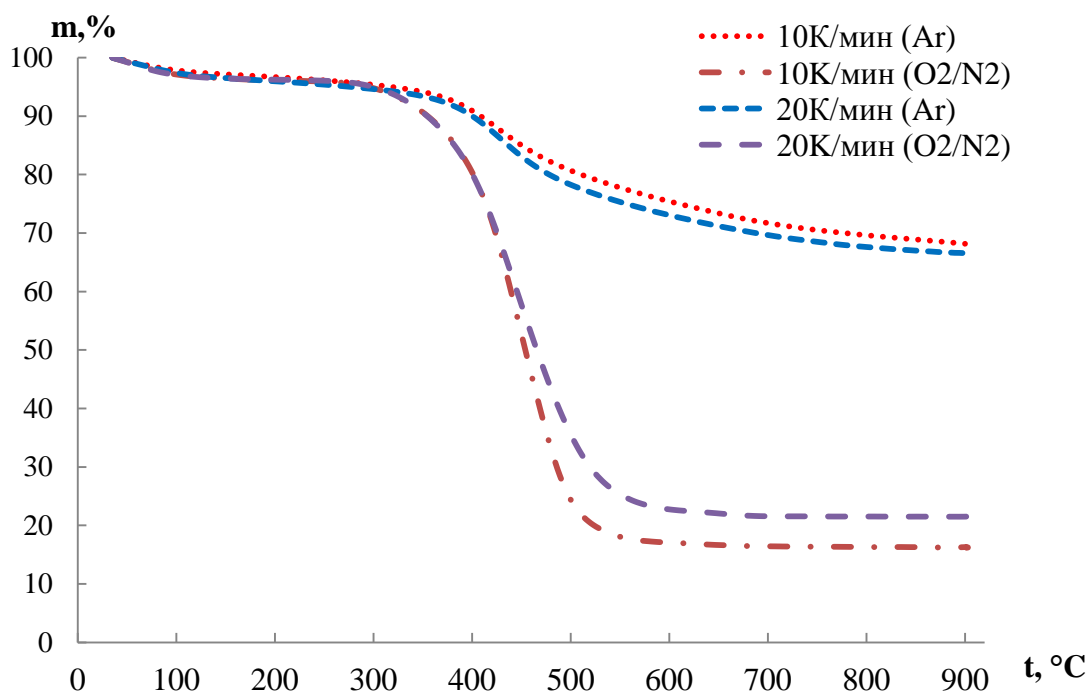


Рис. 1. Зависимость убыли массы угля от температуры

Как видно из рис. 1, данные ТГА анализа можно использовать для оценки технических характеристик угля. В случае конверсии в среде O_2/N_2 остаточная масса характеризует зольность образца, которая оказывается близкой к данным технического анализа. Начиная с температуры 600 °С, масса образцов практически не менялась. Расхождение остаточной массы двух образцов на 6% может свидетельствовать о неоднородности использованных проб угля.

По кривым конверсии в среде Ar можно оценить выход летучих веществ. Убыль массы при достижении температуры 900 °С составила около 30–33 %. Таким образом, медленный пиролиз в ТГА приводит к меньшему выходу летучих веществ, чем при условии быстрого нагрева в муфельной печи в соответствии с методикой технического анализа.

На рис. 2 приведена зависимость скорости убыли массы исследуемых образцов.

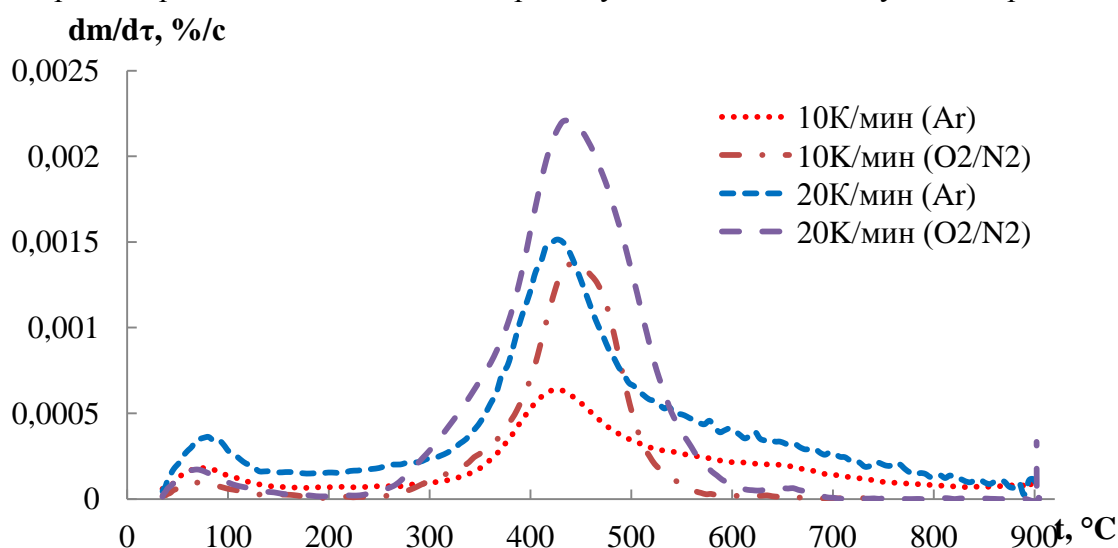


Рис. 2. Зависимость скорости термодеструкции образцов от температуры

На рис. 2 заметны два пика, соответствующие выходу влаги и выходу летучих веществ. В случае окислительной среды к убыли массы за счет выхода летучих добавляется убыль массы за счет выгорания коксового остатка.

При сопоставлении характера выхода летучих веществ в различной атмосфере можно отметить, что в окислительной среде выход летучих начинается при более низких температурах, чем в инертной среде. Пик убыли массы для приходится на диапазон температур 420–440 °С. С ростом скорости нагрева интенсивность выхода летучих возрастает. Далее в инертной среде выход летучих продолжается на протяжении всего процесса нагрева, но уже с меньшей скоростью. В окислительной среде выгорание образцов завершается при температуре 600 °С.

УДК 66.045.13

Н. Б. Лошкарев, Д. Ф. Муксинов

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия,

ОАО «Научно-исследовательский институт металлургической теплотехники»

(ОАО «ВНИИМТ»), г. Екатеринбург, Россия

РЕГЕНЕРАТИВНЫЙ ТЕПЛООБМЕННИК С ПЛАВКИМ ЯДРОМ

Аннотация

В данной статье были рассмотрены недостатки существующих регенеративных теплообменников. Интенсификация процессов в металлургических агрегатах, экономия расхода топлива, уменьшение размеров регенераторов, утилизация тепла уходящих газов вы-