

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ГАЗИФИКАЦИИ И ГОРЕНИЯ КАМЕННОГО УГЛЯ В ПРИБОРЕ ТЕРМОГРАВИМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

MODELING OF COAL GASIFICATION AND COMBUSTION PROCESSES PERFORMED IN THERMOGRAVIMETRIC ANALYSIS DEVICE

Овчарников А. О., Абаймов Н. А., Рункова К. В.
Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, strogg300@yandex.ru

Ovcharnikov A. O., Abaimov N. A., Runkova K. V.
Ural Federal University, Ekaterinburg

Аннотация: В работе обоснована необходимость проведения мероприятий по повышению эффективности использования топлива в области твердотопливной энергогенерации. Исследование газификации и горения методом вычислительной гидродинамики предложено в качестве одного из данных мероприятий. Приведены результаты по моделированию этих процессов в приборе термогравиметрического анализа.

Abstract: The work substantiates the necessity of measures to improve fuel efficiency in the field of solid-fuel power generation. Gasification and Combustion Research CFD method proposed as one of these measures. The results of these processes modeling in the TGA instrument are listed here.

Ключевые слова: термогравиметрический анализ; вычислительная гидродинамика; кинетика химических реакций.

Keywords: thermal gravimetric analysis; computational fluid dynamics; chemical reaction kinetic.

Введение. Для повышения эффективности отечественных энергетических предприятий необходимо развивать новые технологии производства энергии. Газификация угля является одной из перспективных технологий угольной энергетики. Для оптимизации процесса газификации угля необходимо проводить исследования кинетических свойств твердого топлива методом термогравиметрического анализа (ТГА). Прибор ТГА конструктивно сложен и не дает полного представления обо всех сторонах процесса, поэтому необходимые параметры определяют методом вычислительной гидродинамики (CFD). Цель работы – численное исследование гидродинамических процессов при газификации и горении каменного угля в приборе ТГА.

Описание модели. Геометрия модели представляет собой внутреннее пространство печи, включающее в себя патрубков подачи защитной среды,

держатель, подставку и тигли. Геометрия имеет плоскость симметрии, проходящую через центры тиглей, поэтому моделирование проводилось для половины печи, это позволило сократить время расчета. Исходные параметры для модели были взяты из определенных интервалов: начало выхода летучих из топлива, момент максимальной убыли массы топлива, и достижение максимальной температуры газификации с последующей выдержкой образца. На стенках – условия прилипания. В модели учитывалось гидравлическое сопротивление в слое топлива.

Результаты. На рис. 1 приведены результаты углекислой газификации в печи при температурах 300 °С, 581 °С и 1000 °С; на рис. 2 – при паровой газификации и времени выдержки 80, 102 и 126 минут.

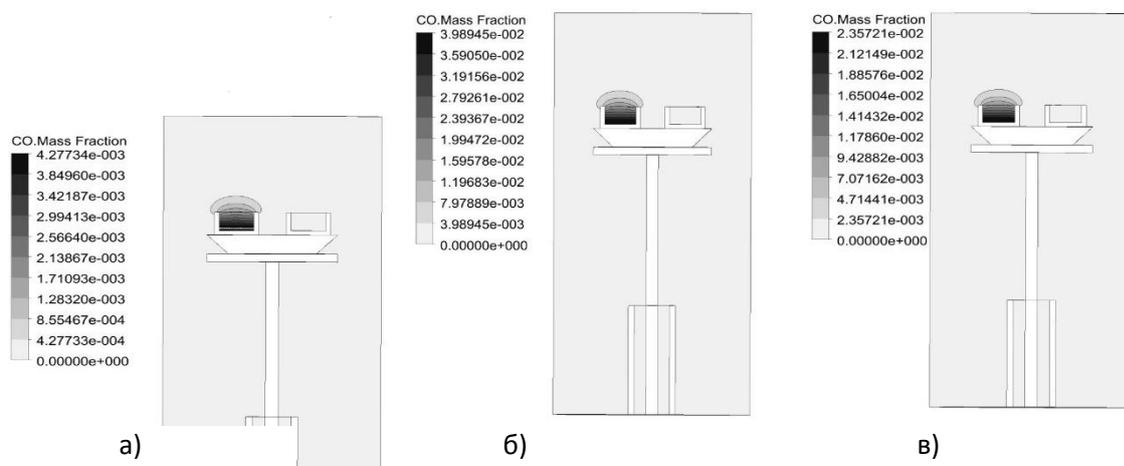


Рис. 1. Результаты моделирования углекислой газификации: а) при температуре 300 °С; б) при температуре 581 °С; в) при температуре 1000 °С

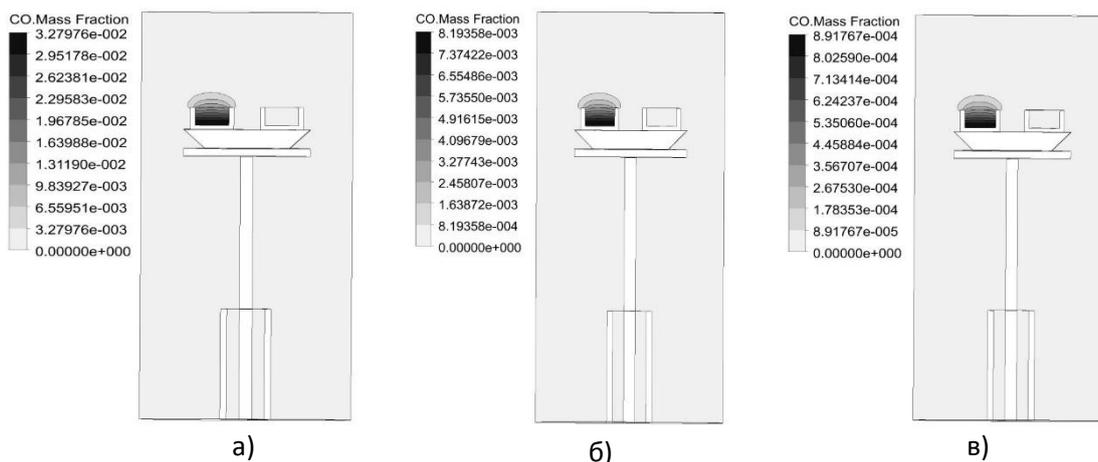


Рис. 2. Результаты моделирования паровой газификации: а) в момент времени 80 минут; б) 102 минуты; в) 126 минут

На рис. 3. при горении угля и температурах 491 °С, 700 °С и 907 °С. Как видно из рисунков в различные моменты времени отличаются значения концентрации СО и СО₂. При углекислой газификации СО начинает выделяться

при температуре 300 °С, пик выделения наблюдается при температуре 581 °С. При паровой газификации пик выделения СО наблюдался в первый промежуток времени на 80-ой минуте, и далее убывал. При горении максимум выхода CO₂ был при температуре 700 °С.

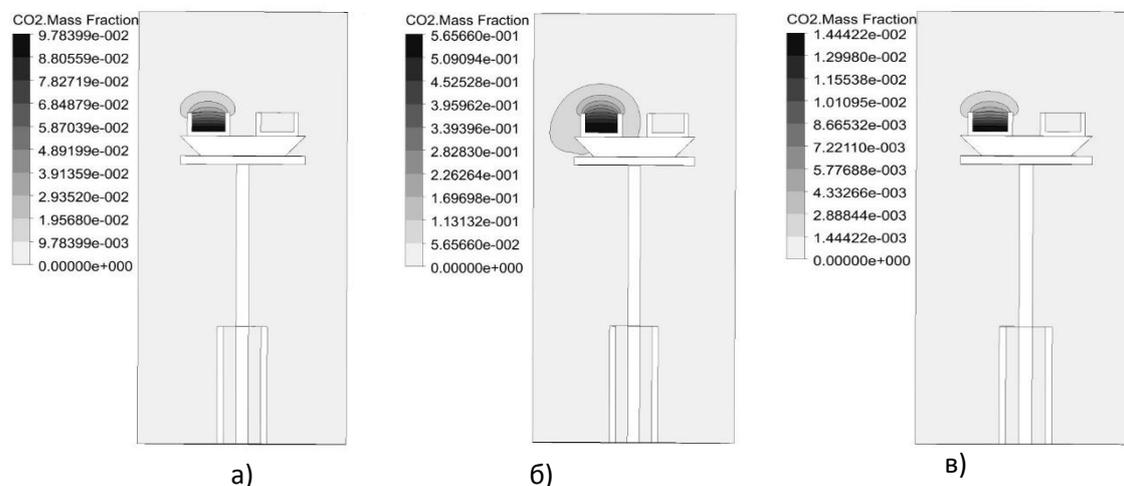


Рис. 3. Результаты моделирования горения: а) при температуре 491°С; б) при температуре 700 °С; в) при температуре 907 °С

Как видно из результатов моделирования, чем выше температура газификации, тем выше скорость ее протекания.

Заключение. При сравнении расчетных результатов моделирования работы прибора было выявлено, что при различной температуре газификации топлива меняется скорость выделения монооксида углерода.

Концентрация СО снижается из-за смешивания с исходными газами. Было установлено, что в интервале температур 300–400°С выделение СО и CO₂ только начиналось, пик выделения приходился на интервал 600–700 °С, а далее выделение снижалось.

Полученные результаты дают понимание гидрогазодинамических процессов при газификации и горении, и позволят, в дальнейшем, проводить их оптимизацию, разработку и улучшение конструкции газификаторов.

Исследование выполнено в Уральском федеральном университете за счет гранта Российского научного фонда (проект №14-19-00524).

Список использованных источников

1. Рыжков А.Ф., Худякова Г.И., Осипов П.В. Абаимов Н.А. Исследование выгорания углей методом ТГА // Горение и плазмохимия, 2015, том 13, № 3. С. 176-180.
2. Зубарев В.Н., Козлов А.Д., Кузнецов В.М., Сергеева Л.В., Спиридонов Г.А. Теплофизические свойства технически важных газов при высоких температурах и давлениях: Справочник. -М.: Энергоатомиздат, 1989. 232 с.