МОДЕЛИРОВАНИЕ ГАЗИФИКАЦИИ ЧАСТИЦ УГЛЕРОДА В ПАРАХ ВОДЫ

Бородин В.И., Павлов С.А.

Петрозаводский государственный университет,
Петрозаводск, Россия

При попадании частиц газифицируемого сырья в трубчатый реактор (рисунок 1) происходит их нагрев и выделение летучих. Исследования показывают [1], что эти процессы составляют величину порядка 10% от всего времени газификации частиц. Поэтому для оценки времени газификации и длины реактора процессы выделения летучих рассматриваться не будут. На рисунке 1 эти процессы будут происходить между точками 1 и 2.

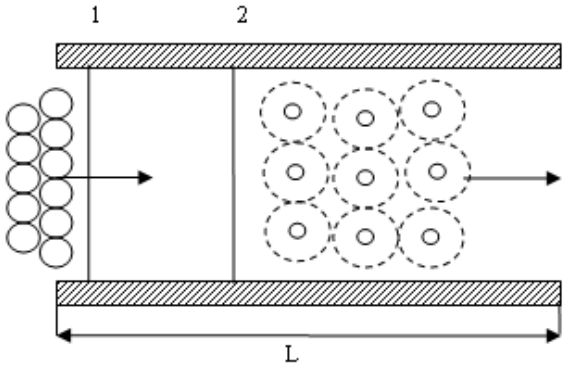

Рисунок 1. Модель перемещения частиц углеродного остатка в трубчатом реакторе при газификации древесных опилок

При выделении летучих объем системы газ - углеродные частицы будет увеличиваться, и при завершении стадии выделения можно будет рассматривать систему в газогенераторе, как систему, в которой происходит движение отдельных частиц в потоке окислителя.

Полагаем, что все газы, которые выделились из частицы, сосредоточатся вокруг нее в некотором объеме V. В этом объеме (на рисунке 1 его границы показаны пунктирной линией) главным образом будут содержаться пары воды, окись углерода, водород. Будем считать, что газификация частиц происходит только при взаимодействии частиц с молекулами воды.

Рассмотрим случай получения чистого синтез-газа, когда число молекул углерода будет равно числу молекул воды (стехиометрия). Такую ситуацию легко осуществить путем изменения количества воды в исходном сырье.

В процессе движения частиц вдоль реактора будет происходить их газификация с уменьшениями их размеров, а также концентрации паров воды. При этом их распределения по сечению реактора будем считать однородным, что справедливо для сильно турбулизированного потока.

Тогда для известного количества выделившихся в процессе нагрева молекул воды (например, в работе [1] приводится величина 20% от всего числа молекул, выделившихся в процессе выделения летучих), можно получить следующую систему дифференциальных уравнений, позволяющую определить временную зависимость изменения размеров частиц, а также время их газификации (с начальными условиями: $t = 0$, n(0)=n0,, $d(0)=d_0$):

$$\begin{cases} \dfrac{dn}{dt} = -\dfrac{p}{V} \cdot N_A \cdot M_C \cdot a \cdot d^2 \cdot n \\ \dfrac{dd}{dt} = -\dfrac{2\grave{I}\ {}^2_C \cdot a}{r_{\div}} \cdot n \end{cases}$$

Здесь τ – время; n – концентрация паров воды; V – объем газа, который выделился из одной первоначальной частицы (летучие); δ – диаметр частицы; NA – число Авогадро; MC – молярная масса углерода; α – коэффициент реакционного газообмена для взаимодействия углерода с парами воды; ρч – плотность частицы.

Данная работа осуществлена при финансовой поддержке программы "Развитие научного потенциала высшей школы".

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Основы практической теории горения: Учебное пособие для вузов / В.В. Померанцев, К.М. Арефьев, Д.Б. Ахмедов и др. – Л.: Энергоатомиздат, 1986. - 312 с.

Работа представлена на заочную электронную конференцию «Прикладные исследования и разработка по приоритетным направлениям науки и техники», 15-20 января 2008 г. Поступила в редакцию 15.09.2008 г.